

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN
FACULTAD DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



**“SUSTITUCIÓN PARCIAL DE HARINA DE TRIGO
(Triticum sativum L.) POR HARINA DE PAN DE ÁRBOL
(Artocarpus altilis F.) EN LA ELABORACIÓN DE PAN
DE LABRANZA Y SU EVALUACIÓN FÍSICO QUÍMICO”**

TESIS

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

PRESENTADO POR EL BACHILLER

ELERA ACUÑA GARCÍA

TARAPOTO - PERU

2005



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN
FACULTAD DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

**“SUSTITUCIÓN PARCIAL DE HARINA DE TRIGO
(*Triticum sativum* L.) POR HARINA DE PAN DE ÁRBOL
(*Artocarpus altilis* F.) EN LA ELABORACIÓN DE PAN DE
LABRANZA Y SU EVALUACIÓN FÍSICO QUÍMICO”**

TESIS

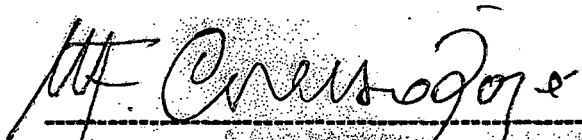
Para Optar el Título Profesional de

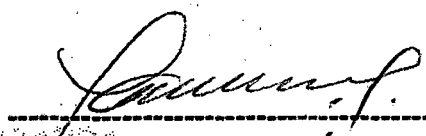
INGENIERO AGROINDUSTRIAL

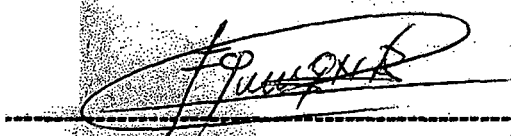
Presentado por el Bachiller

Elera Acuña García

SUSTENTADA Y APROBADA ANTE EL SIGUIENTE JURADO:


Ing. M.Sc. Manuel F. CORONADO JORGE
PRESIDENTE.


Ing. Nelson GARCÍA GARAY
SECRETARIO.


Ing. Enrique NAVARRO RAMÍREZ
MIEMBRO.


Ing. Enrique TERLEIRA GARCÍA
ASESOR.

Tarapoto – Perú
2004

DEDICATORIA

A la memoria de mi adorada Madre
LICETH y a mis abuelitos **ESEQUIAS**
Y **GREGORIA** quienes desde el más
allá me iluminaron en el camino de la
vida.

A mi querido padre **PEDRO**
ANTONIO y su esposa **JULIA**
MIRANDA quienes con su
dedicación y esfuerzo me
impulsaron a culminar mi carrera
profesional.

A mis hermanos **FRANCISCO Y MIRANDA**

Elera

Dedicatoria:

A MIS AMIGOS, COLEGAS...

Expresar a través de este mensaje mi verdadero sentir sobre los trabajos de investigación.

Nadie sabrá realmente a excepción de los que realizaron el trabajo de tesis el verdadero costo que este representa, en tiempo, dinero, dedicación, y el sacrificio personal.

Esta obra plasma un anhelo personal, pero paradójicamente quienes lo usarán serán personas que quizás nunca me han conocido y por ello esta tesis no será mas que un simple peldaño en mi larga escala profesional; pueden encontrar errores que espero los arreglan y los mejoren, pero encontrarán también en todas las líneas escritas mis deseos de superación y junto con las ideas que se expone, la demostración del esfuerzo mas generoso en el aporte de la contribución de un país mejor a los que ustedes también están comprendidos

AGRADECIMIENTO

1. Al Ing. **Enrique Terleira García**, profesor de la Universidad Nacional de San Martín por sus valiosos aportes y sugerencia en la ejecución del presente proyecto.
2. A Ing. **EPIFANIO MARTÍNEZ MENA**, por su aporte brindado en revisión final del trabajo.
3. Al señor **Germán Tercero Torres Vela**, por las facilidades brindadas para las pruebas preliminares y finales en su panadería **(MONTEREY)**
4. A los esposos **Segundo Rivera y Amada Amacifuén**, por el apoyo incondicional, moral durante mi vida Universitaria.
5. A los esposos **Oster Amacifuén y Maribel Flores**, por el apoyo incondicional, moral durante mi vida Universitaria.
6. Al señor **Humberto Segundo Vásquez Pinchi**, por la facilidad brindada para la digitación del presente trabajo de investigación.
7. Al Señor **PORFIRIO GUERRERO SOTO**, Bibliotecario de la Facultad de Ingeniería Agroindustrial por el apoyo brindado con la información bibliográfica especializada.
8. Mi reconocimiento y aprecio a todas aquellas personas que contribuyeron desinteresadamente y supieron brindarme estímulo y apoyo durante el desarrollo de mi carrera profesional.

INDICE

RESUMEN	01,02
SUMARY	03,04
I. INTRODUCCIÓN	05,06
II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	07
2.1 MATERIA PRIMA	07
2.1.1 Generalidades	07
2.1.2 Características Botánicas	07
2.1.2.1 Descripción Botánica	07
2.1.2.2 Especies	08
2.1.2.3 Producción	09
2.1.2.4 Nombres Comunes	09
2.1.2.5 Clasificación Taxonómica	09
2.1.2.6 Centro de Origen y Distribución	09
2.1.2.7 Datos Ambientales	10
2.1.2.8 Cultivo	11
2.1.2.9 Propagación	11
2.1.2.10 Cosecha	12
2.1.3 Composición Química	12
2.1.4 Usos	13
a) Usos Medicinales	13
b) Alimentación Humana	14
2.2 DE LA HARINA DE PAN DE ÁRBOL	14
2.2.1 Generalidades	14
2.2.2 Tamaño de Partícula	14
2.2.3 Rendimiento de Harinas Sucedáneas	15
2.2.4 Composición Química de las Harina	15
2.2.5 Propiedades Físicas y Químicas de las Harinas	15
2.2.6 Usos de la Harina	16
2.3 Procesos Generales Para la Obtención de Harinas	16
2.3.1 Lavado	17

2.3.2	Pelado.....	17
2.3.3	Cortado.....	17
2.3.4	Secado.....	17
2.3.5	Molienda.....	18
2.3.6	Tamizado.....	18
2.4	DEL PRODUCTO.....	18
2.4.1	Generalidades.....	18
2.4.2	Composición Químico Proximal de Panes.....	20
2.4.3	Propiedades Físicas Químicas y Organolépticas del Pan de Labranza.....	20
2.4.4	Niveles de Sustitución Alcanzado de Harinas Sucedáneas en la Elaboración de Pan de Labranza.....	20
2.4.5	Operaciones en el Proceso de Panificación.	20
2.4.5.1	Pesado de ingredientes.....	21
2.4.5.2	Mezclado Amasado.....	21
2.4.5.2.1	Agua.....	21
2.4.5.2.2	Levadura.....	21
2.4.5.2.3	Azúcar.....	22
2.4.5.2.4	Sal.....	22
2.4.5.2.5	Manteca.....	22
2.4.5.3	Mezclado – Sobado.....	22
2.4.5.4	Pesado – Masa.....	22
2.4.5.5	Boleado.....	22
2.4.5.6	Cortado.....	22
2.4.5.7	Fermentado.....	23
2.4.5.8	Horneado.....	23
2.5	Método Utilizado en el Proceso de Panificación.....	23
2.5.1	Método Directo o Masa Directa.....	23
2.5.2	Procedimiento Para la Elaboración de Pan de Labranza Por el Método Directo.....	23
2.6	Situación Panadera en el Perú.....	25
2.7	Análisis Sensorial.....	25
a).	Las Evaluaciones Analíticas.....	25
b).	Los Estudios de Consumidores.....	25

III.	MATERIALES Y METODOS.....	26
3.1	Lugar de Ejecución.....	26
3.2	Materia Prima	26
3.3	Equipos y Materiales Utilizados.....	26
3.3.1	Equipos.....	26
3.3.2	Reactivos.....	26
3.4	Flujo Preliminar Para la Elaboración de Harina de Pan de Árbol Pre-Cocido (<i>Artocarpus altilis</i> F.).....	28
3.4.1	Pre-Cocido.....	28
3.4.1.1	Pelado.....	28
3.4.1.2	Lavado de las Semillas.....	28
3.4.1.3	Pre-Cocido.....	28
3.4.1.4	Enfriado.....	28
3.4.1.5	Descascarado.....	28
3.4.1.6	Secado.....	29
3.4.1.7	Molienda.....	29
3.4.1.8	Tamizado.....	29
3.4.1.9	Envasado.....	29
3.5	Flujo Preliminar Para la Obtención de Harina de Pan de Árbol Crudo (<i>Artocarpus altilis</i> F.).....	31
3.5.1	Pelado.....	31
3.5.2	Lavado de las Samillas	31
3.5.3	Secado.....	31
3.5.4	Descascarado.....	31
3.5.5	Molienda.....	31
3.5.6	Tamizado.....	31
3.5.7	Envasado.....	33
3.6	Esquema Experimental de Operaciones Para la Elaboración de Pan de Labranza.....	33
3.6.1	Materia Prima.....	33
3.6.2	Mezclado y Amasado.....	33
3.6.3	Reposo y Fermentación Inicial.....	33
3.6.4	Punching o Afinado.....	33
3.6.5	Cortado Moldeado.....	35

3.6.6	Fermentación Final o madurado.....	35
3.6.7	Horneado.....	35
3.6.8	Enfriado.....	35
3.7	Método de Control.....	35
3.7.1	Controles de la Materia Prima.....	35
3.7.1.1	Biometría.	35
3.7.1.2	Densidad Grosera.....	36
3.7.1.3	Determinación del pH y Acidez.....	36
3.7.1.3.1	Determinación del pH.....	36
3.7.1.3.2	Acidez Titulable.....	36
3.7.1.4	Análisis Químico Proximal.....	36
3.7.1.4.1	Humedad.....	36
3.7.1.4.2	Proteína Total.....	36
3.7.1.4.3	Grasa Total.....	36
3.7.1.4.4	Ceniza Total.....	36
3.7.1.4.5	Fibra Total.....	37
3.7.1.4.6	Carbohidratos Totales.....	37
3.7.2	Control Durante el Proceso de Secado.....	37
3.7.3	Control de la Harina de Pan de Árbol.....	37
3.7.3.1	Análisis Químico Proximal.....	37
3.7.3.1.1	Humedad.....	37
3.7.3.1.2	Proteína Total.....	37
3.7.3.1.3	Grasa Total.....	37
3.7.3.1.4	Ceniza Total.....	37
3.7.3.1.5	Fibra Total.....	38
3.7.3.1.6	Carbohidratos Totales.....	38
3.7.3.2	Densidad Aparente.....	38
3.7.3.3	Determinación del pH y Acidez.....	38
3.7.3.3.1	Determinación del pH.....	38
3.7.3.3.2	Acidez Titulable.....	38
3.7.4	Granulometría.....	38
3.7.5	Análisis de la Masa Panaria.....	38
3.7.5.1	Humedad.....	39
3.7.5.2	Propiedades Reológicas de la Masa Panaria.....	39

3.7.6	Control del Producto Terminado (Pan de Labranza).....	39
3.7.6.1	Análisis Químico Proximal.....	39
3.7.6.1.1	Humedad.....	39
3.7.6.1.2	Proteína Total.....	39
3.7.6.1.3	Grasa Total.....	39
3.7.6.1.4	Ceniza Total.....	39
3.7.6.1.5	Fibra Total.....	39
3.7.6.1.6	Carbohidratos Totales.....	40
3.7.6.2	Determinación del pH y Acidez.....	40
3.7.6.2.1	Determinación del pH.....	40
3.7.6.2.2	Acidez Titulable.....	40
3.7.6.3	Análisis Sensorial.....	40
IV.	RESULTADOS Y DUSCUSIONES.....	41
4.1	De la Materia Prima.....	41
4.1.1	Características Biométricas, Propiedades Físico Químicas.....	41
4.1.1.1	Características Biométricas.....	41
4.1.1.2.1	pH.....	42
4.1.1.2.2	Acidez.....	42
4.1.1.2.3	Densidad.....	43
4.1.1.2.4	Análisis Químico Proximal.....	43
4.2	Proceso de Obtención de Harina de Pan de Árbol (<i>Artocarpus</i>	
	<i>altilis</i> F.).....	44
4.2.1	Pan de Árbol Crudo.....	44
4.2.1.1	Lavado.....	44
4.2.1.2	Secado.....	44
4.2.1.3	Molienda.....	44
4.2.2	Pan de Árbol Pre-Cocido.....	46
4.2.2.1	Pre-Cocido.....	46
4.2.2.2	Molienda.....	46
4.2.2.3	Tamizado.....	46
4.2.3	Análisis Granulométrico.....	48
4.3	DE LA HARINA OBTENIDA.....	53
4.3.1	Análisis Químico Proximal.....	53
4.3.2	pH y Acidez.....	54

4.3.2.1	pH.....	54
4.3.2.2	Acidez.....	54
4.3.2.3	Densidad.....	54
4.4	DE LA MASA PANARIA.....	54
4.4.1	Humedad.....	54
4.4.2	Análisis Reológicos de la Masa Panaria.....	55
4.4.2.1	Extensógrafo de Brabender.....	55
4.4.2.2	Farinógrafo de Brabender.....	59
4.5	DEL PRODUCTO OBTENIDO.....	62
4.5.1	Análisis Fiscos y Químicos del Pan de Labranza.....	62
4.5.1.1	Análisis Químico.....	62
4.5.1.2	Otros Análisis.	64
4.5.1.3	Análisis Sensorial.....	65
4.5.2	Operaciones Definitivo Para la Elaboración de Pan de Labranza.....	65
4.5.2.1	Formulación.....	65
4.5.2.2	Mezclado Amasado.....	65
4.5.2.3	Reposo y Fermentación Inicial.....	65
4.5.2.4	Punchig o Afinado.....	67
4.5.2.5	Cortado Moldeado.....	67
4.5.2.6	Fermentación Final o Madurado.....	67
4.5.2.7	Horneado.....	67
4.5.2.8	Enfriado.....	67
V.	CONCLUSIONES.....	69
VI.	RECOMENDACIONES.....	70
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	71, 72
VIII.	ANEXO.....	73

ÍNDICE DE CUADROS

01	Composición Químico Proximal de Algunos Cultivos alimenticios Ricos en Carbohidratos (g/100g en Base Húmeda)	12
02	Composición Químico Proximal de Pan de Árbol.....	13
03	Rendimiento de Algunos Tipos de Harinas Diferentes del Trigo.....	15
04	Composición Químico Proximal de Harinas de Diversos Tubérculos (g /100g Base Humedad).....	16
05	Composición Químico Proximal de Panes de Labranza Elaborado de Diversos Tipos de Harina Como Sucedáneo (g /100g BaseHúmeda).....	20
06	Características Biométricas Promedio de 70 Semillas de Pan de Árbol (<i>Artocarpus altilis</i> F.).....	41
07	Composición Químico Proximal de Pan de Árbol (<i>Artocarpus altilis</i> F.) Por Cada 100g de Parte Comestible.....	43
08	Resultados Obtenidos del Análisis Granulométrico de Harina de Pan de Árbol Crudo.....	49
09	Resultados Obtenido del Análisis Granulométrico de Harina de Pan de Árbol Pre- cocido.....	51
10	Composición Químico Proximal de la Harina de Pan de Arbol Crudo y de Pan de Árbol Pre-Cocido (Contenido g/100 g en Base Húmeda).....	53
11	Variación del Contenido de Humedad de la Masa Panaria (Pan de Árbol Crudo) g /100g Base Húmeda.....	55
12	Variación del Contenido de Humedad de la Masa Panaria (Pan de Árbol Pre-Cocido) g /100 g Base Húmeda.....	55
13	Resultados Obtenidos del Análisis en un Extensógrafo de Brabender Para Masa Panaria (Harina de Pan de Árbol Crudo).....	56
14	Resultados Obtenido del Análisis en un Extensógrafo de Brabender Para Masa Panaria (Harina de Pan de Árbol Pre-Cocido).....	57
15	Resultados Obtenido del Análisis del Farinógrafo de Brabender Para Masa Panaria (Harina de Pan de Árbol Crudo).....	59
16	Resultados Obtenido del Análisis del Farinógrafo de Brabender Para Masa Panaria (Harina de Pan de Árbol Pre-Cocido).....	60

17	Análisis Químico Proximal de Pan de Labranza (con Sustitución de Harina de Pan de Árbol Crudo).....	63
18	Análisis Químico Proximal de Pan de Labranza (con Sustitución de Harina de Pan de Árbol Pre- Cocido).....	63
19	Análisis del pH y Acidez de los Panes con Sustitución de Harina de Pan de Árbol Crudo).....	64
20	Análisis del pH y Acidez de los Panes con Sustitución de Harina de Pan del Árbol Pre- Cocido).....	64

ÍNDICE DE FIGURAS

01	Foto del Pan de Árbol (<i>Artocarpus altilis</i> F.).....	08
02	Distribución Latitudinal del Pan de Árbol.....	10
03	Diagrama de Flujo de Proceso General Para la Obtención de Harina.....	18
04	Diagrama de Flujo General de Operaciones en el Proceso de Panificación.....	24
05	Diagrama de Flujo Preliminar Para la Obtención de Harina de Pan de Árbol Pre-Cocido (<i>Artocarpus altilis</i> F.).....	30
06	Diagrama de Flujo Preliminar de Operaciones Para la Elaboración de Pan de Labranza.....	32
07	Diagrama de Flujo Preliminar Para la Obtención de Harina de Pan de Árbol Crudo (<i>Artocarpus altilis</i> F.).....	34
08	Corte Longitudinal del Fruto de Pan de Árbol.....	42
09	Semilla de Pan de Arbol (<i>Artocarpus altilis</i> F.) Obtenida de la Localidad de Shapaja.....	42
10	Diagrama de Flujo Definitivo y Balance de Materia Para la Obtención de Harina de Pan de Árbol Crudo (<i>Artocarpus altilis</i> F.).....	45
11	Diagrama de Flujo Definitivo y Balance de Materia Para la Obtención de Harina de Pan de Árbol Pre-Cocido (<i>Artocarpus altilis</i> F.).....	47
12	Harina de Pan de Árbol Pre-Cocido y Pan de Árbol Crudo.....	48
13	Análisis del Porcentaje de Retenido de Harina de Pan de Árbol Crudo.....	50
14	Análisis del Porcentaje Acumulado de Harina de Pan de Árbol Crudo.....	50
15	Análisis del Porcentaje de Retenido de Harina de Pan de Árbol Pre-Cocido.....	52
16	Análisis del Porcentaje Acumulado de Harina de Pan de Árbol Pre-Cocido.....	52
17	Análisis de la Masa Panaria Registrada por un Extensógrafo de Brabender con Diferentes Porcentajes de Sustitución de Harina de Pan de Árbol Crudo.....	57
18	Análisis de la Masa Panaria Registrada por un Extensógrafo de Brabender con Diferentes Porcentajes de Sustitución de Harina de	

	Pan de Árbol Pre-Cocido.....	58
19	Análisis de la Masa Panaria Registrada por un Farinógrafo de Brabender con Diferentes Porcentajes de Sustitución de Harina de Pan de Árbol Crudo.....	60
20	Análisis de la Masa Panaria Registrada por un Farinógrafo de Brabender con Diferentes Porcentajes de Sustitución de Harina de Pan de Árbol Pre-Cocido.....	61
21	Diagrama de Flujo Definitivo Para la Elaboración de Pan de Labranza (Para Harina de Pan de Árbol Crudo y Pre-cocido.....	66
22	Fermentación Final de los Panes Para ser Horneado.....	68
23	Panes Después del Proceso de Horneado.....	68

ÍNDICE DE ANEXO

- 01** Especificaciones Técnicas Para Las Harina Sucedánea Procedente de Tubérculos y Raíces.
- 02** Método de análisis del Extensógrafo de Brabender.
- 03** Método de Análisis del Farinografo de Brabender.
- 04** Ficha de Evaluación de Atributos de Calidad.
- 05** Evaluación Sensorial de los Tratamientos Realizados en la Elaboración de Panes de Harina de Trigo/Harina de Pan de Árbol Crudo. Incluyendo Totales y Promedios de Tratamiento, ANVA, y Amplitud del Limite de Significancia de Tukey al 0.05 de Probabilidad.
- 06** Ficha de Evaluación de Atributos de Calidad.
- 07** Evaluación Sensorial de los Tratamientos Realizados en la Elaboración de Panes de Harina de Trigo/Harina de Pan de Árbol Pre-Cocido. Incluyendo Totales y Promedios de Tratamiento, ANVA, y Amplitud del Limite de Significancia de Tukey al 0.05 de Probabilidad.

RESUMEN

Con el presente trabajo de investigación se busca sustituir parcialmente la harina de trigo por harina de pan de árbol, en la elaboración de pan de labranza, ya que de esta manera se estaría impulsando a la producción y al aprovechamiento de productos ricos en contenido proteico, que aun no han alcanzado el nivel industrial, ya que se encuentra distribuido por toda la Región San Martín. Para lo cual se trabajó con la variedad de (*Artocarpus altilis* F.), la variedad que hasta el momento ha logrado expandirse y se difundió con mayor facilidad. El estudio comprendió diversos ensayos, tanto de la materia prima como del producto, así como análisis físico, químico y sensorial necesario.

Las muestras de pan de árbol (*Artocarpus altilis* F.), se recolectaron en la localidad de Shapaja, ubicado aproximadamente a 23 kilómetros del Distrito de Tarapoto con una temperatura mínima de 17°C y una máxima de 32°C localizada a 06° 17' 15" longitud Oeste, a una altura de 207 msnm.

Las semillas de pan de árbol presenta una forma irregular semi aplanada longitudinal, con un peso promedio 6,45g y con un diámetro promedio de 3.47cm. El análisis químico proximal del pan de árbol crudo fue: Humedad 60,02%, Proteína 3,92%, Grasa 3,57%, Ceniza 1,69%, Fibra 2,22%, Carbohidratos 28,58%, con una densidad de 0,52g/cm³, pH de 6,51 y una Acidez de 0,24% expresado como ácido sulfúrico. Para el pan de árbol pre-cocido fue: Humedad 65,01%, Proteína 2,53%, Grasa 4,36%, Ceniza 1,16%, Fibra 2,38% Carbohidratos 24,86%, con una densidad de 0,53g/cm³, pH de 6,31 y una Acidez de 0,24% expresado como ácido sulfúrico.

Una vez recepcionado la materia prima se procedió a un lavado, con agua potable para la eliminación de impurezas. Seguidamente se procedió a la selección de dos muestras para el secado, una muestra cruda y una pre-cocida, la temperatura a la cual se realizó el secado fue de 60°C por un tiempo de 12 horas, procediendo luego a la molienda en un molino de martillos. Seguidamente se procedió a tamizar las muestras para uniformizar las partículas y se envasó el producto en bolsas de polietileno de alta densidad para evitar posibles deterioros del producto.

Posteriormente se determinó la composición químico Proximal de los dos tipos de harina Cruda y pre-cocida. Para harina de pan de árbol crudo teniendo como resultado los siguientes: Humedad 10,55%, Proteína 7,39%, Fibra 2,55%, Ceniza 2,02%, Grasa 6,23%, Carbohidratos 71,26%, pH de 5,99 y una Acidez de 0,13% expresado como Ácido Sulfúrico. Para harina de pan de árbol pre-cocido fue de:

Humedad 10,77%, Proteína 8,08%, Fibra 1,84%, Ceniza 2,08%, Grasa 6,19% Carbohidratos 71,04, pH de 6,01 y una Acidez de 0,11% expresado como Ácido Sulfúrico.

Se determinó la composición químico proximal de los dos tipos de muestras. Para una sustitución de harina de trigo/harina de pan de árbol crudo, y aun nivel de sustitución de 80/20, se obtuvo el siguiente resultado. Humedad 25,33%, Proteína 9,40%, Grasa 5,34%, Fibra 1,32%, Ceniza 2,11%, Carbohidratos 55,31%, pH de 6,21 y una Acidez de 0,34% expresado como Ácido Sulfúrico. Y Para una sustitución de harina de trigo/harina de pan de árbol pre-Cocido, aun nivel de sustitución de 80/20 fue lo siguiente: Humedad 25,64%, Proteína 10,14%, Grasa 6,57%, Fibra 1,48%, Ceniza 1,31%, Carbohidratos 53,79%, pH de 6,02 y una Acidez de 0,32% expresado como Ácido Sulfúrico.

Para el análisis sensorial se utilizó el método afectivo de la escala hedónica de cinco puntos, y para los análisis de esta prueba se utilizó el Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), con un nivel de significancia de 0.05, y los tratamientos significativo del ANVA realizado, se realizó mediante la prueba de medias de Tukey al nivel de 0,05.

Los panes con sustitución de 20% de harina de pan de árbol crudo, y los panes con sustitución de 20% de harina de pan de árbol pre-cocido, tuvieron mayor aceptación por los jueces consumidores por sus características físico químicas, así como mejores atributos de color, olor, sabor y textura, recomendándose sustituir hasta un nivel de 20%, de harina de pan de árbol por los atributos antes mencionados.

SUMARY

With the present investigation work it is looked for to substitute the whent flour partialy for flour of tree broad, in the elaboration of farm bread,since this way it would be impelling to the production and use of rich products in contained proteico that not yet have reached the industrial level, since it is distributed by the whole region San martin. For that which did work with the variety of (*Artocarpus altilis* F.), the varety that has been able to expand until the moment and spread with more easiness. The study understood diverse rehearsals, so much of the matter prevalis as of the product, as well as physical chemical and sensorial analysis necessary.

The samples of tree bread (*Artocarpus altilis* F.) they were gathered in the town of Shapaja, located to 23 kilometers of District appoximately Tarapoto with a minimun temperature of 17°C and a maxim of 35°C located at 06° 17' 15" longitu de west, to a height of 207 msnm.

The seeds of tree bread present a from irregular longitudinal smoothed semi, with a weight average of 6,45g. And with a diametor average of 3,47cm. The next chemical analysis of the bread of raw tree was: Humidity 60,02% Protein 3,92% fat 3,57%, ash 1,69%, fibre 2,22%, carbohydrates 28,58%, with a density of 0,52 gr. / cm³., pH of 6,51 and an Acidity of 0,24% expressed as sulfuric acid. For the bread of tree pre- cooked it was: Humidity 65,01% Protein 2,53% fat 4,36%, ash 1,16%, fibre 2,38%, carbohydrates 24,86%, with a density of 0,53 gr. / cm³., pH of 6,31 and an Acidity of 0,24% expressed as sulfuric acid.

Once recepcionado the matter prevalis it preceded to a laundry, with drinkable water for the alimination of saludges. Subsequently it proceded to the selection of two samples for the drying, araw sample and one pre-cooked. The temperature to which was carried out the drying was for a while of 60°C of 12 hours, proceding then to the mill in a mill of hammers. Subsequently it proceded to sift the samples for uniformizar the particles and the product was packed in bags of polyethylene of high density to avoid possible deteriorations of the product.

Later on the composition chemist proximal both were determined types of raw and pre-cooked flour. For flour of bread of raw tree gave the following ones as result: Humidity 10,55%, Protein 7,39% fat 6,23%, ash 2,02%, fibre 2,55%, carbohydrates 71,26%, pH of 5,99 and an Acidity of 0,13% expressed as Sulfuric acid for flour of bread of pre-cooked tree It was of: Humidity 10,77%, Protein

8,08% fat 6,19%, ash 2,08%, fibre 1,84%, carbohydrates 71,04%, pH of 6,01 and an Acidity of 0,11% expressed as Sulfuric acid .

The composition chemist proximal of the two types of samples was determined for a substitution of flour of trigo/ harina of bread of raw tree, and level of substitution of 80/20, even obtained the following result. Humidity 25,33%, Protein 9,40%, fat 5,34%, fibre 1,32%, ash 2,11%, carbohydrates 55,31%, pH of 6,21 and an Acidity of 0,34% expressed as Sulfuric acid. And for a substitution of flour of trigo/ harina of bread of pre- cooked tree and level of substitution of 80/20, was even the following: Humidity 25,64%, Protein 10,14%, fat 6,57%, fibre 1,48%, ash 1,31%, carbohydrates 53,79%, pH of 6,02 and an Acidity of 0,32% expressed as Sulfuric acid.

They were carried out analysis chemical proximal and organoléptico of the final product, to the two facts of samples of breads.

For the sensorial analysis the method atectivo of the scale hedónica of five points was used, and for the analyses of this test Desing of was used titally at random (DSCA). With a level of significancia of 0,05 and the significant treatments of the carried out ANVA, was carried out by means of the test of stockings from Tukey to the level of 0,05.

The breads with substitution of 20% of flour of bread of raw tree, and the breads with substitution of 20% of flour of bread of pre-cooked tree, had bigger acceptance for the judges consumers for their characteristics physical chemical, as well as better color attributes, scent, flavor and texture, recommending substitute until to level of flour of tree bread for the atributes mentioned.

I. INTRODUCCION

El trigo es el principal cereal utilizado para la elaboración de harina, por sus propiedades para la preparación de panes y fideos, los productos elaborados a partir del trigo; gozan de mucha aceptación en el Perú, lo cual trae consigo un aumento constante de la importación del mismo. La expansión de la demanda del trigo y de los productos que se obtienen de el, tienden a crear dificultades en la balanza de pagos. Por otro lado sabemos que en el Perú se puede producir cantidades considerables de otros cereales, pseudo cereales, tubérculos y raíces. En el Perú se viene estudiando el uso de las harinas desde los años 1970; es así que hasta el momento casi todas las materias primas han sido investigadas a nivel del laboratorio como sucedáneos de trigo en forma parcial; dependiendo del valor nutritivo de la harina sucedánea se mejora la calidad nutritiva del producto final.

La Región San Martín presenta una diversidad de frutos que aun no han sido investigado existiendo productos con muchas propiedades nutritivas y curativas que pueden apalea la desnutrición que viven los países en vías de desarrollo

El pan de árbol (*Artocarpus altilis* F.), en el Perú no ha alcanzado la importancia comercial e industrial; solo hay habito de consumo en la preparación del mazato, en los desayunos, etc. Son pocos los trabajos de investigación realizado sobre la utilización de este producto

El presente trabajo de investigación intenta fortalecer los estudios realizados en nuestro país en la utilización de harinas sucedáneas; recogiendo algunas experiencias logradas con otros tipos de harina como sucedáneas.

Mediante el presente trabajo de investigación se busca promover en corto plazo una mayor producción de pan de árbol que contribuiría a la disminución del consumo de trigo, sustituyendo parcialmente por la harina de pan de árbol en la elaboración de panes y otros productos alimenticios de buen valor nutricional y proteico, de buena aceptabilidad por parte del consumidor, bajo costos, alta estabilidad durante el almacenamiento

Ante la posibilidad de la transformación Agroindustrial de este cultivo tropical, el presente trabajo plantea los siguientes objetivos

- 1.- Formular y realizar pruebas tecnológicas, a nivel del laboratorio, de los diferentes niveles de sustitución de la harina de trigo por harina de pan de árbol en la elaboración de pan de labranza.
- 2.- Realizar la evaluación físico químico y organoléptico del producto final.
- 3.- Dar una alternativa de aprovechamiento de la producción de pan de árbol (*Artocarpus altilis* F.), para contribuir a mejorar el nivel de vida del productor de San Martín.

II. REVISION BIBLIOGRAFICA

2.-1 MATERIA PRIMA

2.1.1 GENERALIDADES

El pan de árbol (*Artocarpus altilis* F.), es una planta arbórea de hojas perenne originaria de los bosques de Malasia; en el Perú no existe reportajes sobre las especies existentes. El látex se aprovecha como impermeabilizante y en algunos lugares se emplea como yeso para inmovilizar huesos fracturados. Suele decirse que su sabor esta a mitad de camino entre el pan y la papa, se come hervido, al vapor, asado o frito. Las hojas se utilizan para envolver alimentos como el pollo o pescado a fin de retener la humedad y el sabor cuando se cocinan.

El pan de árbol (*Artocarpus altilis* F.), no puede considerarse estrictamente como fruto pues en la mayoría de los casos los frutos se comen cocido, como se acostumbra con los plátanos verdes. A pesar de su productividad y alto valor nutritivo el (*Artocarpus altilis* F.), no se cultivan extensamente. Bien manejado podría suplir en los trópicos mayor cantidad energética, de proteínas y vitaminas que otros cultivos. Su producción esta asociada a ciertos grupos raciales y por eso no ha alcanzado la tecnología de manejo y utilización que se aplica a otras especies de menor valor agrícola. Cabe considerar al fruto de pan de árbol mas conocido como hortaliza que como fruto, al tener que comer cocido. (WATSON, 1985).

2.1.2 Características Botánicas

2.1.2.1 Descripción Botánica

Es una planta arbórea que se caracteriza por producir un látex lechoso, y que se diferencia entre si por la forma y tamaño de sus hojas, flores y frutos. El pan de árbol (*Artocarpus altilis* F.) alcanza una altura de 15 a 20 metros.

Las raíces son gruesas y ramificadas, las ramas son frágiles y el follaje abundante es de color verde oscuro. Las hojas son alternas y pecioladas, el limbo cuyas dimensiones son 40x25 cm. y 25x40 cm. es carioceo ovalado angosto entero en la base Pennati- lobado en la parte superior de 3 a 9 lóbulos agudo en el ápice; las superficies son ásperas. Son plantas monoicas; las flores estaminales masculinas son pequeñas, numerosas y agrupadas en un momento en forma de mazo de color amarillo de 15 a 25 cm. de largo de 2 a 3 cm. de diámetro; el peranto

tiene 2 a 4 lóbulos con un solo estambre. Las flores pestiladas (femeninas), son también pequeñas y numerosas forman una inflorescencia globosa y equinada, el perianto es tubuloso, dentado en la parte superior e inmerso en el cóquis carnos, envuelve al ovario que contiene un solo óvulo.

Al igual que otras moráceas, el fruto individual de (*Artocarpus altilis* F.) es un equénio, y lo que se conoce comúnmente como "fruto" es en realidad una inflorescencia. El fruto con un diámetro entre 13 y 15 cm. es globoso de color verde, formado por la consolidación de carpelos y subcarpelos, contienen de 50 a 60 semillas, típicamente espinoso y reticulado cubierto de placas poligonales, cada una de las cuales representa una flor. (BERNUI, 1981), (WATSON, 1985).



FIGURA 01: Foto del Pan de Árbol (*Artocarpus altilis* F.), ACERO, (1994).

2.1.2.2. Especies

El pan de árbol (*Artocarpus altilis* F.), contiene numerosas especies distribuidas desde la India al sur de China y Nueva Guinea. Dos han alcanzado un cultivo, una distribución pan tropical (*Artocarpus altilis* F.), (pan de árbol) y (*Artocarpus heterophyllus*) (jaca). Otros como (*Artocarpus adoratisissima*) (marang) (*Artocarpus integer*) (Chanpedak) se cultivan solo en el sur de Asia. (LEON, 1987)

En el Perú el (*Artocarpus altilis*), crece en diferentes partes de nuestra Amazonía desde Iquitos hasta Madre de Dios, donde el clima es caluroso, húmedo y el suelo drenado lo son favorables. (BERNUI, 1981).

2.1.2.3 Producción

No existen datos estadísticos en las instituciones gubernamentales a cerca de la producción de pan de árbol en la región San Martín.

La planta produce su "fruto" durante ocho meses continuos, con un rendimiento por árbol cercano a los 700 "frutos" por año. (BERNUI, 1981).

2.1.2.4 Nombres Comunes

Es una especie con muchos nombres comunes, que fue llevada y naturalizada rápidamente a través de todos los trópicos del mundo; a ello se debe la gran variedad de nombres que recibe según la región o país donde se encuentre así por ejemplo: (Bolivia) árbol del pan, buen pan, fruta de pan, pan de año, pan de árbol, pan de pobre. (Colombia) castaño de malabar. (Cuba) fruta de pan. (Ecuador) fruta de pan. (Panamá) tanta, marure o árbol del pan. (Perú) árbol del pan, fruta de pan, pan de árbol. (ACERO, 1994).

2.1.2.5 Clasificación Taxonómica

Según lo referido por Ivonne colaboración hecha por la Dra. Emma Carrete de Ferreyra, la clasificación taxonómica del pan de árbol (*Artocarpus altilis* F.) es:

División	:	Fanerógamas.
Sub división	:	Angiospermas
Clase	:	Dicotiledóneas
Sub Clase	:	Coripétalos
Orden	:	Urticales
Familia	:	Moráceae
Genero	:	<i>Artocarpus</i>
Especie	:	<i>Artocarpus altilis</i> F.

2.1.2.6 Centro de Origen y Distribución.

Según WATSON, (1985), el pan de árbol es nativo de Polinesia, donde su cultivo es muy antiguo, otros señalan la región de Indo malaya como lugar de Origen, con una dispersión muy temprana efectuada por migraciones Polinesias; que la llevaron hasta Hawái; y otras islas que ocuparon, a San Vicente y Jamaica.

2.1.2.7 Datos Ambientales

En general el pan de árbol es una especie que se ha adaptado a condiciones muy disímiles a nivel mundial; sin embargo, su comportamiento en crecimiento y productividad ha mostrado variabilidad respecto de la temperatura; se le ve creciendo en un rango comprendido entre 21°C y 32°C. El rango altitudinal va desde el nivel del mar hasta los 1200 metros de altitud.

En regiones con precipitaciones promedio anuales menores a 1400 milímetros el pan de árbol requiere riego en las épocas de sequía o veranos prolongados. En zonas muy secas de Colombia, se han observado árboles adultos muertos o la presencia de frutos rajados, vaneamiento de la semilla o caída prematura del fruto. El rango de precipitación óptima está por encima de 1500 milímetros anuales.

En cuanto a los suelos, se le ha visto crecer bien desde los suelos pedregosos y superficiales de la isla de Providencia (Colombia), hasta algunos suelos profundos del municipio de Dagua - Valle (Colombia). Sin embargo, en suelos encharcados se ha observado la caída prematura de frutos.

El pan de árbol tiene un sistema de raíces superficiales y unas hojas bastante anchas; estas características describen una especie apta para ambientes húmedos con 70 a 80 por ciento de humedad relativa. (ACERO, 1994).

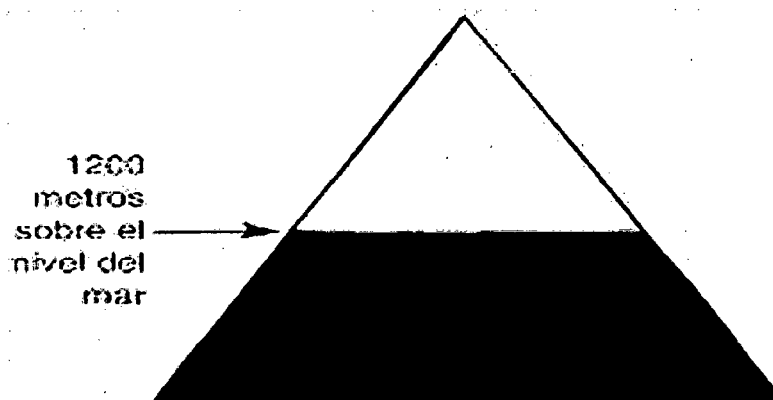


FIGURA 02: Distribución Latitudinal del Pan de Árbol.

2.1.2.8 Cultivo

Principalmente en climas estacionales secos, el pan de árbol se debe cultivar asociado y con considerables densidades de plantación (8 x 8 metros por ejemplo), lo cual favorece también el aprovechamiento masivo de materia orgánica en descomposición, como quiera que sus raíces no puedan tomar nutrientes a profundidad.

El pan de árbol requiere de más sombra en sus primeras etapas de desarrollo que en su fase adulta. En regiones con lluvias mayores a 1500 milímetros anuales se recomienda plantarlo en distanciamiento no menores 10 x 10 metros entre árboles. (ACERO, 1994).

2.1.2.9 Propagación

Se recomienda utilizar los frutos que tienen poco tiempo de desprendimiento del árbol, por cuanto en frutos viejos y en proceso de descomposición las semillas ya tienen hongos y pueden presentar también ataque de insectos. Los frutos se abren y a las semillas se les retira la cubierta fibrosa que tienen, luego se les hace un pequeño enjuague y se dejan reposar al medio ambiente. Para la siembra no hay necesidad de removerle la cáscara o cutícula; antes de sembrarla se deja en agua por un periodo de 15 horas. La semilla se puede sembrar directamente en bolsa, en una posición tal que su parte plana quede hacia abajo y su parte ovalada hacia arriba. La germinación ocurre a los 15 días, alcanzando un porcentaje del 84 por ciento; a los setenta y cinco días después de la siembra de la semilla se tiene una planta de 50 centímetros de altura, lista para llevar a campo. Se recomienda usar semilla sana y de buen tamaño y se debe desinfectar la tierra de la bolsa con fungicida (ejemplo Dithane), y un buen nematicida (ejemplo Nematicur). Si se quiere preparar plantas como patrón para injerto hay que tener en cuenta que a los 5 meses, a partir de la siembra de la semilla en bolsa tamaño grande, éstas alcanzan una altura de 1 metro. Árboles obtenidos por injerto de 2 años y medio de edad alcanzan 4 metros de altura y la producción de frutos comienza a los 2 años.

2.1.2.10 Cosecha

En Colombia la cosecha ocurre en dos periodos: de Enero a Marzo y de Julio a Setiembre. Se recomienda cosechar frutos recién caídos o directamente del árbol, para la alimentación humana se recomienda utilizar frutos recién caídos del árbol o colectados directamente de él. (ACERO, 1994).

En el Perú la planta produce su fruto durante ocho meses continuos, con un rendimiento por árbol cercano a los 700 frutos por año. (BERNUI, 1981).

2.1.3 Composición Química

Las raíces y tubérculos tropicales (yuca, Plátano, camote, pitúca, etc.), son una excelente fuente de energía dado que su materia seca contiene carbohidratos en abundancia, pero presenta baja cantidad de proteínas, llegando a ser diferente cuando son consumidos en gran cantidad DAVILA, (2000). En el Cuadro 01 se muestra la composición química de algunos cultivos ricos en carbohidratos.

CUADRO 01: Composición Química Proximal de Cultivos Alimenticios Ricos en Carbohidratos (g/100g en Base Húmeda)

ALIMENTO	Kcal	COMPONENTES (%)					
		Humedad (%)	Proteína (%)	Grasa (%)	Carbohidratos (%)	Fibra (%)	Ceniza (%)
Pan del árbol*	135	10,0	12,7	5,9	65,0	3,7	2,7
Trigo	336	14,5	8,6	1,5	73,7	3,0	1,7
Maíz Amarillo	312	17,2	8,4	1,1	69,4	3,8	1,2
Arroz Pilado	359	13,1	8,2	0,5	77,8	0,4	0,4
Camote Amarillo	116	69,9	1,2	0,2	27,6	1,0	1,1
Yuca Blanca	162	58,9	0,8	0,2	39,3	1,1	0,8
Pitúca	102	73,7	1,6	0,5	23,2	0,8	1,0
Plátano Verde	152	57,0	1,0	0,2	40,9	0,8	0,9
Sacha Papa	141	62,6	2,72	0,1	33,0	-	1,6

Fuente: Collazos, (1996) * Bernui, (1981).

* Harina de pan de árbol.

En el Cuadro 02 se muestra los resultados del análisis proximal de pan de árbol.

CUADRO 02: Composición Químico Proximal del Pan de Árbol.

COMPOSICION	%
Humedad	63,4
Proteína	4,5
Grasa	1,8
Fibra cruda	3,1
Ceniza	1,3
Carbohidratos	29,0

Fuente: Agapito, (2000).

2.1.4 Usos

a) USOS MEDICINALES

El pan de árbol ha sido muy utilizado para aliviar entre otras, las siguientes dolencias:

- Antiasmático: Hojas en infusión, una taza en la mañana por 3 días.
- Antidiarreico: Látex obtenido de la base del tronco o tallo diluido en una cucharada de agua tibia.
- Antihelmíntico: La carnosidad del fruto vierte en infusión.
- Conjuntivitis: Yemas foliares maceradas en un pañuelo limpio, presionando y goteando sobre el ojo.
- Diabetes: Infusión de hojas.
- Dolor de oído: El jugo extraído por maceración de 4 hojas jóvenes, se gotea en el interior del oído.
- Eliminación de verrugas: Aplicación de látex sobre el mezquino o verruga.
- Extracción de espinas: Látex colocado en algodón a manera de vendaje para atrapar y extraer sin dolor la espina.

- Forúnculos: El látex se coloca sobre el nacido o forúnculo para madurarlo aliviar el dolor.
- Hongos bucales (zum): Hojas de pan de árbol maceradas, con óxido de hierro.
- Neutralizador de venenos: En especial, por consumo de pescado pasado; se mastican 5 hojas de pan de árbol.
- Tensión arterial: Para bajar la tensión arterial se toma la decocción de hoja de pan de árbol con un cuarto de ajo. (ACERO, 1994).

b) ALIMENTACIÓN HUMANA

Se consume en forma de puré, cocido frito, o turradas y en panificación. (ACERO, 1994).

2.2 DE LA HARINA DE PAN DE ÁRBOL

2.2.1 GENERALIDADES

Según SÁNCHEZ, (1995), define a las harinas como el polvo que resulta de la molienda de algunos tubérculos y leguminosas, o como polvo menudo ha que se reduce los materiales. A su vez ITINTEC, (1986), define a las harinas sucedáneas como los productos obtenidos de la molienda de cereales, tubérculos, raíces, leguminosas y otros que reúnan características apropiadas para ser utilizadas para el consumo humano.

El Instituto de Investigación Agraria (INIA), en la actualidad cuenta con un programa de investigación denominada IN SITU, dedicada al estudio de cultivos nativos en la Región San Martín; lo cual han venido realizando trabajos de investigación en el cultivo de pan de árbol en campo como cultivo asociado, mas no cuentan con un programa de investigación aplicado ha dicho cultivo.

2.2.2 Tamaño de Partículas

Las partículas de una harina deben ser lo suficientemente pequeñas de tal forma que el 98% de estas pasan por un tamiz con una malla de 210 micrones.

Estas están especificados en el estándar de identidad de las harinas de la Food and drug administration (FDA, CHARLEY, 1987).

2.2.3 Rendimiento de Harinas Sucedáneas

En el Cuadro 03 se muestra el rendimiento de algunos tipos de harinas diferentes del trigo.

CUADRO 03: Rendimiento de Algunos Tipos de Harina Diferentes del Trigo.

PRODUCTO	RENDIMIENTO (%)
Pijuayo	36,6
Papa	19,5
Pitúca	25,8
Yuca	19,0
Maca	30,0

Fuente: Arévalo (1992), Axtell (1998), Sánchez (1995).

Según SÁNCHEZ, (1995), el rendimiento de la harina de yuca procesada fue del 19%, especificando que estas otras variedades de yuca tiene rendimiento que oscila entre 12 y 14%, respectivamente ; a su vez AXTELL, (1998), señala que el rendimiento de la harina de maca esta en un 30%, y puede considerarse aceptable en composición con harinas de otros productos ARÉVALO,(1992), indica que el rendimiento de la harina de Pijuayo fue del 36,6%, para las pruebas realizadas considerándose aceptable el valor alcanzado, estos valores serán utilizados para comparar el rendimiento de la harina de pan de árbol en el presente trabajo.

2.2.4 Composición Química de Las Harinas

La composición química proximal de harinas elaboradas a partir de diversos tipos de tubérculos se muestra en el Cuadro 04.

2.2.5 Propiedades Físicas y Químicas de las Harinas

Las propiedades físicas y químicas mas importantes de las harinas son: Humedad, Proteína, ceniza, Grasa, Carbohidratos, Acidez, pH, Granulometría (ITINTEC, 1986).

2.2.6 Usos de la Harina

Las harinas tiene usos muy variados en la industria alimentaría. La harina mas utilizada es la harina de trigo por sus propiedades en la elaboración de panes y pastas, pero también existe las harinas sucedáneas que también tiene diversas aplicaciones en la industria como en la elaboración de galletas, pasteles y pastas alimenticias. CHEFTEL y CHEFTEL, (1999). De otro lado SÁNCHEZ, (1995), indica para la elaboración de panes en gran parte depende de la selección del tipo de harina con las características apropiadas para extender y en caso de las galletas para crujir, así también señala que parte del empleo de dextrosa y jarabes de glucosa, como agentes edulcorantes en confitería, las harinas y los almidones modificados se utiliza también en la fabricación de varios tipos de dulces como grageas, gelatinas, toffes, dulces, faudants y deliciosos turcas.

CUADRO 04: Composición Química Proximal de Harinas de Diversos Tubérculos (g/100g en Base Húmeda).

COMPONENTES (%)	YUCA	CAMOTE	OCA	PITUCA	PAPA
Humedad	11,2	9,9	6,4	6,09	10,9
Grasa	1,4	0,9	1,9	0,46	0,4
Ceniza	3,3	2,8	3,6	4,13	3,2
Proteína (Nx 6.25)	1,8	2,1	4,1	5,6	6,4
Fibra	1,0	1,8	4,0	0,86	2,3
Carbohidratos	82,3	84,3	84,0	81,4	77,1
Valor Calórico. (Kcal)	340,3	353	365	347,5	332

FUENTE: Collazos, (1996) y Reynoso, (1994).

2.2 Proceso General Para la Obtención de Harinas

AXTELL, (1998), indica que los métodos industriales para la elaboración de harinas son básicamente mecánicas, las fases para la obtención de harinas a partir de raíces y tubérculos son las siguientes:

- a) Limpieza de la materia prima, el cual involucra los procesos de lavado y apilado, buscando eliminar impurezas y sustancias extrañas.

- b) Pelado y cortado, que comprende la eliminación de la cáscara y la reducción de las raíces y tubérculos a partes pequeñas y homogéneas.
- c) Eliminación del agua por secado.
- d) Operaciones de los acabados; molienda, Cernido y empaçado de la harina.

Las Operaciones para la obtención de harina son descritas a continuación en la Figura 03.

2.3.1 Lavado

Casi todos los productos al ser extraídos en la cosecha contienen impurezas, tales como: arena, tierra, fuentes adheridas a las hendiduras del producto.

El lavado permite dejar a la materia prima libre de las sustancias que la contaminan quedando su superficie en condiciones adecuadas para su elaboración posterior. (FELLOW, 1994).

2.3.2 Pelado

Operaciones imprescindibles en la elaboración de muchas frutas y verduras, consiste en eliminar el material no comestible, existe varios métodos; pelado a chuchillo, pelado por absorción, pelado acústico y pelado a llama. (FELLOW, 1994).

2.3.3 Cortado

Es una operación en la cual el producto es cortado en partes mas pequeñas y homogéneas; esta operación puede realizarse manualmente ó con la ayuda de una maquina trozadora. (AXTELL, 1998).

2.3.4 Secado

GEANKOPLIS, (2000), Indica que el secado se refiere a la eliminación del agua de los materiales de proceso y de otras sustancias. También se refiere a la eliminación de otros líquidos orgánicos. El secado o deshidratación de materiales biológicos (en especial de alimentos), se usan también como una técnica de preservación. Los organismos que provocan la descomposición de los alimentos no pueden crecer ni multiplicarse durante periodos bastantes largos.

MENDIETA y MEDINA, (1992), indica que el secado o deshidratación de alimentos consiste en la eliminación casi completa del agua que contiene, por evaporación o sublimación, bajo condiciones de control que producen solo un mínimo de cambio o idealmente ningún cambio en las propiedades de los alimentos. **POTTER, (1978)**, señala que cualquier que sea el método de secado empleado, la deshidratación de un alimento consta de dos etapas: la introducción del calor al producto y la extracción de humedad del producto.

2.3.5 Molienda

Una vez secas, se procede a su molienda con la ayuda de un molino que puede ser manual o mecánico, antiguamente esta operación se realizaba con un mortero o pilón. **(AXTELL, 1998)**.

2.3.6 Tamizado

Proceso en el cual se realiza la selección y medición del tamaño de partículas, un método muy común para graficar los tamaños de partículas consiste en construir una curva de diámetro de estos en mm ó μm , en un eje y el porcentaje acumulado y retenido para dicho tamaño en el otro eje. **(GEANKOPLIS, 2000)**.

2.4 DEL PRODUCTO

2.4.1 Generalidades

Reynoso, (1994), durante muchos siglos la panificación fue un arte doméstico y recién a comienzo del siglo pasado se abrió una fase en la historia de la panificación, el rápido incremento de la mecanización en la panaderías.

Se define al pan como un producto comestible; que resulta de hornear una mezcla previamente fermentada, la cual contienen por lo menos los siguientes ingredientes: Harina, agua, levadura y sal llamándose a estos ingredientes básicos, los cuales son responsables de las características de apariencia, textura y sabor. **PEARSON, (2000)**, indica que comúnmente se emplea dos métodos para la producción industrial del pan que son: Método directo o de masa directa, método indirecto o método de esponja. Para el presente trabajo de investigación se utiliza el método directo o masa directa.

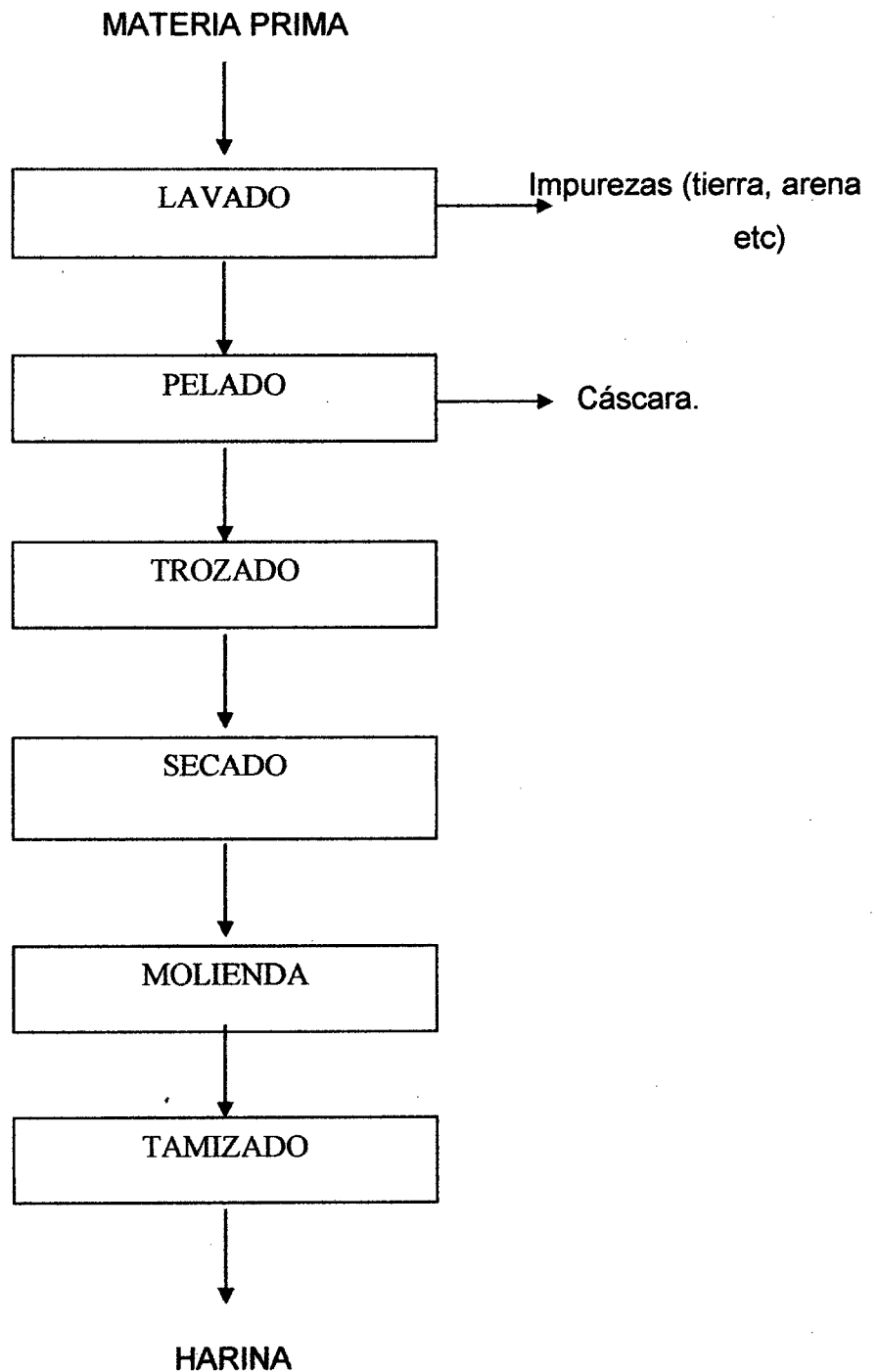


Figura 03: Diagrama de Flujo de Proceso General Para la Obtención de Harinas.

2.4.2 Composición Química Proximal de Panes

La composición química proximal de panes de labranza elaborada a partir de diversos tipos de harinas como sucedáneas se muestra en el Cuadro 05.

2.4.3 Propiedades Físicas Químicas y Organolépticas del Pan de Labranza.

Las propiedades físicas, químicas y sensoriales del pan de labranza son: Humedad, proteína, Ceniza, Grasa, Carbohidratos, Acidez, pH, Color, olor, Sabor y textura. (LEES, 1982); (PEARSON, 2000).

2.4.4 Niveles de Sustitución Alcanzado de Harinas Sucédneas en la Elaboración de Pan de Labranza

Según REYNOSO, (1994), indica haber alcanzado niveles de sustitución de harinas sucedáneas al nivel de laboratorio como el de Cebada 20%, Papa 20%, Maíz 10%, Quinua 10%, Yuca 10%.

CUADRO 05: Composición Químico Proximal de Panes de Labranza Elaborado de Diversos Tipos de Harinas como Sucédneas (g/100g Base Húmeda).

COMPONENTES (%)	CEBADA	MAIZ	CAMOTE	QUINUA	YUCA
Humedad	33,6	---	30,70	18,4	9,8
Grasa	1,8	6,0	8,24	2,20	2,8
Ceniza	0,9	2,2	1,89	2,0	2,3
Proteína (N x 6.25)	7,5	13,4	7,95	9,31	11,5
Fibra	0,2	0,3	1,18	0,49	0,48
Carbohidratos	55,6	78,4	50,04	58,07	73,5

FUENTE: REYNOSO, (1994).

2.4.5 Operaciones en el Proceso de Panificación

En la Figura 04 se muestra el diagrama de flujo general de operaciones en el proceso de panificación.

2.4.5.1 Pesado de Ingredientes

Al efectuar esta operación en forma precisa implica trabajo con una formula balanceada, uniformidad de los tiempos de fermentación, producción constante y calidad estable del producto terminado.

2.4.5.2 Mezclado – Amasado

Cuando se mezclan los ingredientes, la proteína de la harina comienza a hidratarse para formar gluten, empieza la producción de gas carbónico por acción de las enzimas de las levaduras sobre los azúcares.

2.4.5.2.1 Agua

Es un agente plastificante, hidrata las proteínas y los gránulos triturados del almidón en el amasado permitiendo el desarrollo de la elasticidad y extensibilidad de la masa. Según **ITINTEC, (1986)**, podemos clasificar el agua en tres tipos: duras, blandas y alcalinas. Si las aguas duras provienen de sulfatos; estas actúan como nutrientes de las levaduras y fortalecen demasiado al gluten y retarda la fermentación, esto se mejora filtrando el agua, bajando su contenido de sulfato o aumentando la cantidad de levadura en el agua. Si es alto el contenido en bicarbonato es necesario depurarlo y bajar. Las blandas casi no contienen sales disueltas, por lo que ablandan el gluten, dando como resultado masas pegajosas. La solución es añadir sales de sulfatos para fortalecer la estructura de la masa. Las aguas alcalinas son las que contienen carbonato de sodio que debilita el gluten, y por lo tanto la masa no retiene bien el gas producido por la levadura.

Esto se puede corregir utilizando masa madre.

0 a 50 ppm El agua mas blanda, debilita el gluten, se debe agregar sales.

50 a 200 ppm El agua es dura y usable en panificación.

Entre 80 y 120 ppm Encontrándose el contenido ideal de sales.

Más de 200 ppm se debe filtrar el agua.

2.4.5.2.2 Levadura

Según **ITINTEC, (1986)**, es un agente de esponjamiento puede usarse en forma de gránulos deshidratados o en forma de torta húmeda prensada, en ambos casos consta de miles de millones de células vivas de *Saccharomyces*

Cereviciae. La levadura fermenta los azúcares sencillos, produciendo dióxido de carbono y alcohol. Su actividad cesa cuando el producto entra al horno, inactivando la enzima y la producción de dióxido de carbono.

2.4.5.2.3 Azúcar

Es el más simple y puro glúcido en nuestra dieta, de rápida y fácil digestión. Es esencial para el desarrollo de las células y la recuperación de energías perdidas en el esfuerzo físico principalmente.

2.4.5.2.4 Sal

Elemento básico para la vida, constituye el equilibrio del organismo humano, su ausencia causa serios trastornos. Es agente saborizante, también participa en el endurecimiento del gluten.

2.4.5.2.5 Manteca

La adición de grasa al pan mejora el volumen del producto, mayor conservabilidad, da una textura mas fina y mas suave, también proporciona una corteza mas suave. La cantidad de grasa a utilizar en panificación esta en relación al peso de la harina y puede ser de 0 a 4.5% y esta debe solidificarse a 35°C.

2.4.5.3 Mezclado – Sobado

Operación en la que se acondiciona el gluten para que permita la formación uniforme de alvéolos para confirmar la miga.

2.24.5.4 Pesado – Masa

Esta operación permite obtener el peso de la masa trabajada.

2.4.5.5 Boleado

Operación generalmente manual, que facilita el cortado uniforme.

2.4.5.6 Cortado

Operación que permite cortar la masa, en trozos de peso uniforme. En esta etapa se emplea el aceite vegetal para que la masa sea manejable.

2.4.5.7 Fermentado

Proceso de fermentación que provoca el crecimiento de los trozos de masa boleado, activando la levadura para la producción de CO₂ y llenado con las mismas los alvéolos de la futura miga del pan.

2.4.5.8 Horneado

Con el horneado la masa fermentada se transforma en un producto apetitoso y digestible, recomendándose emplear temperaturas y tiempos adecuados, de tal forma adquirir un color uniforme de la tapa, lados y fondo, el cual indudablemente depende de la clase de horno, tipos, forma y tamaño del producto.

2.5 Método Utilizado en el Proceso de Panificación

2.5.1 Método Directo o Masa Directa

En este método, todos los componentes de la masa son mezclados y combinados en una sola etapa hasta alcanzar una masa suave con un grado óptimo de elasticidad. La temperatura de la masa debe ser entre 25 y 28 °C.

La masa se fermenta por 2 a 4 horas, y ocasionalmente se realiza el "punchg" durante este tiempo. Este método requiere menos tiempo de procesamiento, menos mano de obra, menos energía, y menos cantidad de equipos. (REYNOSO, 1994).

2.5.2 Procedimiento Para la Elaboración de Pan de Labranza por el Método Directo

- 01** Mezclado de harinas, y restos de ingredientes diluido en agua, durante 5 minutos en la amasadora a baja velocidad.
- 02** Primera fermentación a 26 °C durante dos horas.
- 03** Primer punchg y amasado durante cinco minutos.
- 04** Laminado durante cinco minutos.
- 05** Corte y arrollado de la masa.
- 06** Dilatación durante una hora a 30 °C
- 07** Horneado a 220 °C durante 25 – 30 minutos (REYNOSO, 1994).

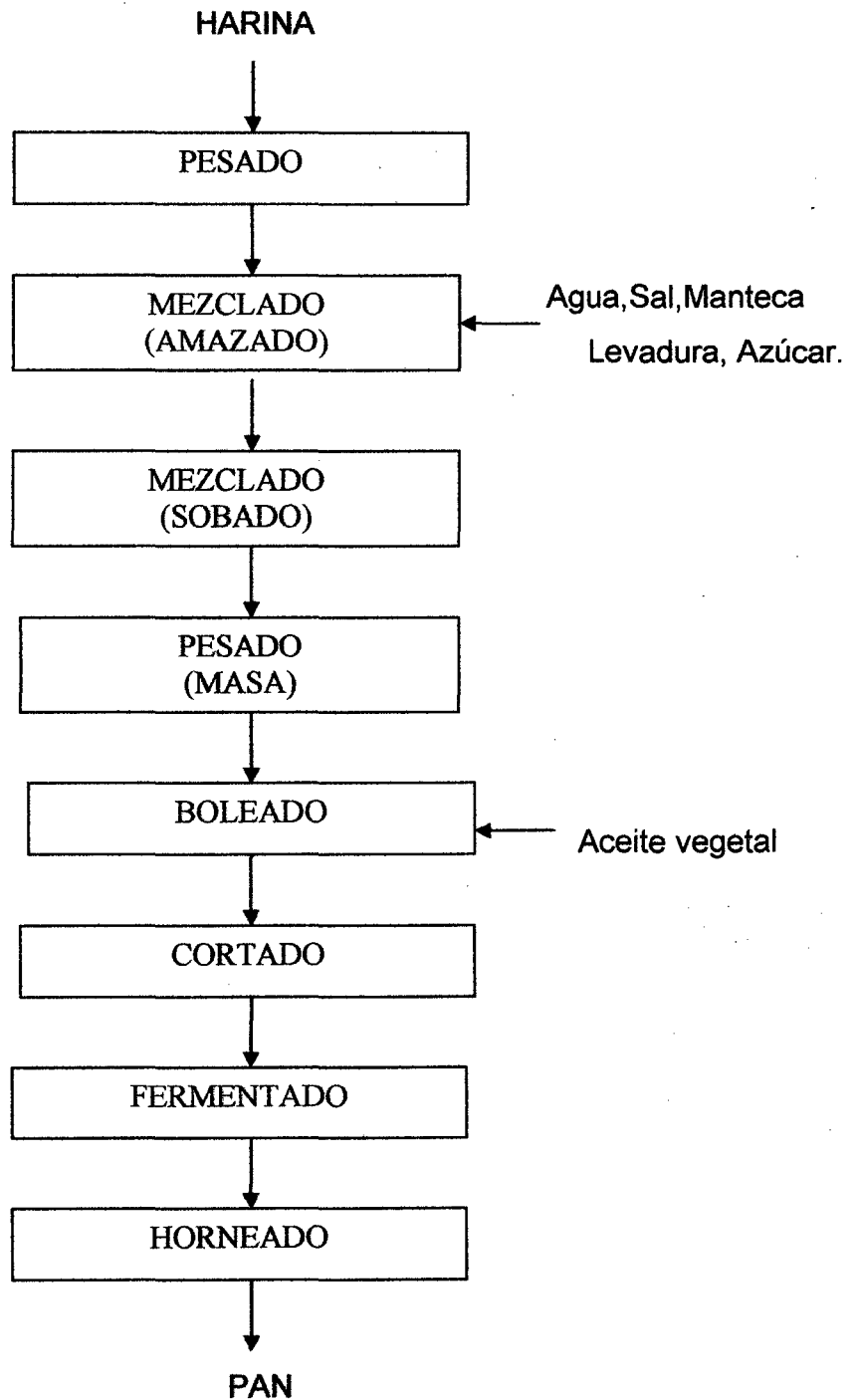


Figura 04: Diagrama de Flujo General de Operaciones en el Proceso de Panificación. SANDOVAL, (2000).

2.6 Situación Panadera en el Perú

Actualmente la industria panadera nunca ha visto abrir y cerrar muchos negocios están subsistiendo, aunque la industria haya crecido pero horizontalmente. En el Perú el consumo día no ha alcanzado los 50g en cambio en Chile llega a los 250g. No existe apoyo de las autoridades. Los panaderos formales deben cumplir con requisitos y disposiciones de la SUNAT, Municipio, Ministerio ¿y el ambulante? nadie ayuda a erradicar a los ambulantes y tricicleros de otros distritos; pero si fiscalizan al negocio formal que paga todo los tributos, incluso el 19% del IGV.

El sistema ultra liberal y globalizado de la economía, nos obliga a vender y comprender el mejor precio; por ello los molinos han variado sus sistemas de venta de panadería, una panadería para proveer actualmente a los mayoristas.

Uno de los principales problemas de la industria es adecuarse al orden comercial y económico del país, pero establecen sistemas de trabajo "Las líneas laterales que en un principio no considerábamos, ahora si aplicamos y ya hay negocios que están haciendo a través de las verificaciones de la oferta". (COGORNO, 2003).

2.7 Análisis Sensorial

El análisis sensorial es una herramienta mas de control de calidad de cualquier empresa **SÁNCHEZ et al., (1999)**. En esta disciplina científica se pueden llevar a cabo dos tipo de estudio (panel entrenado y panel de consumidores).

a) Las evaluaciones analíticas. Los lleva acabo un grupo de personas seleccionadas y entrenadas.

b) Los estudios de consumidores. Los hacen personas sin entrenar sin entender, con un perfil socio-cultural representativo del tipo de mercado al cual va destinado ese producto. El análisis sensorial se realiza con los sentidos, pero con unas condiciones que aumenta su objetividad y su fiabilidad, teniendo en cuenta que tanto el entorno físico como el psicológico puede influir en el resultado final.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Lugar de Ejecución

El presente trabajo de investigación se realizó en la panadería Monterrey de la ciudad de Tarapoto, y los análisis físico químicos se realizó en los laboratorios de Análisis y composición de Productos Agroindustriales (**ANACOMPA**), en Laboratorio de Control de Calidad de Productos Agroindustriales (**LCC**), planta piloto de harina de la UNSM y los análisis reológicos se realizaron en el Laboratorio de TAPA de la UNA La Molina.

3.2 Materia Prima

Para el presente trabajo se empleo Harina de trigo, agua potable, sal de mesa, levaduras, azúcar, manteca, etc. Las que fueron adquiridos en los mercados de la ciudad de Tarapoto. Las muestras de pan de árbol (*Artocarpus altilis* F.), fueron recolectadas en la localidad de Shapaja ubicado a 23 kilómetros del Distrito de Tarapoto localizado a 06°35'30" latitud sur, a 76°17'15" longitud oeste y a 207 msnm. Se cosecharon cuando estos se desprendían del tronco en forma natural, y la harina de trigo procedente de los almacenes de la ciudad de Tarapoto.

3.3 Equipos y Materiales Utilizados

3.3.1 Equipos

- Amasadora de rodillos.
- Cortadora mecánica Marca, MECSA
- Horno vertical Rotatorio Marca, NOVA. Capacidad, 30 Kg/hr. – bizcocho, 100 Kg/hr. – Panes. Modelo, MAX 1000.Serie 9610006.M. ventilador, WEG.M. Rotor, DAYTON.M. Extractor WEG. Voltios 220.HZ 60.Año 96.
- Balanza. Marca LIBRA. Capacidad 10 Kg.
- Balanza. Marca GRAMERA Marca CANRY. Capacidad 4Kg.
- Latas para la cocción de los panes 65 x 45 cm.
- Andamios y carros metálicos para el estibado de latas.
- Cuchillos.
- Espátulas de metal.

- Molino con martillos fijos.
- Ollas.
- Cápsula de Porcelana.
- Balanza digital. Marca DENVER INSTRUMENT COMPANY .Capacidad 200g y 8000g.
- Placas pétri.
- Campanas de desecación.
- Estufa. Marca MEMMERT. Watts 1400.
- Pinza de metal.
- Equipo soxlet. Marca FORTUNA
- Equipo microkjeldahl. Marca SELECTA. Watts 2000
- Mufla. Marca WARNING. Voltios 220
- Vasos de precipitación de 100, 250 y 1000 ml.
- Equipos de filtrado (matraz, Kitazato, embudo buchner).
- Equipo de filtrado.
- Cocina eléctrica de 220 voltios.
- Equipo de Titulación.
- Pipeta 10 ml.
- Baguetas
- Papel filtro Wathman número 40.
- Piscetas.
- Farinógrafo de Brabender.
- Extensógrafo de Brabender.

3.3.2 Reactivos.

- Ácido sulfúrico concentrado al 1,25%.
- Ácido clorhídrico al 0,02%.
- Indicadores (Fenofaleina al 1% y Rojo de metilo al 1%).
- Hidróxido de sodio en lentejas para análisis al 40% y al 1.20%.
- Ácido Bórico al 2%.
- Éter de Petróleo para análisis concentrado.
- Catalizador (Sulfato de Cobre, Hierro, Potasio, Ácido Salicílico y Tío sulfato de Sodio).

- Otros materiales para las pruebas de Control de Calidad,.
- Otros materiales necesarios para la realización de las pruebas.

3.4 Flujo Preliminar Para la Obtención de Harina de Pan de Árbol Pre-Cocido (*Artocarpus altilis* F.).

En la Figura 05 se muestra el flujo preliminar de operaciones para la obtención de harina de pan de árbol pre-cocido.

El objetivo principal es obtener una harina con buenas características, las cuales permitan su utilización en procesos de panificación como sustituto de la harina de trigo.

3.4.1 Pre-Cocido

3.4.1.1 Pelado

La operación del pelado se realizó en forma manual, con la utilización de cuchillos de acero inoxidable con la finalidad de separar la semilla de la carnaza.

3.4.1.2 Lavado de las Semillas

Se realizó con agua potable, con la finalidad de eliminar las materias extrañas tierras, arena y algunas sustancias adheridas a la semillas y reducir la carga microbiana.

3.4.1.3 Pre-Cocido

Se realizó con agua potable y a temperatura de ebullición por un tiempo de 30 minutos

3.4.1.4 Enfriado

El enfriado se realizó por un tiempo de 15 minutos con circulación de aire del medio ambiente.

3.4.1.5 Descascarado

El descascarado de las semillas de pan de árbol (*Artocarpus altilis* F.), se realizó en forma manual.

3.4.1.6 Secado

El secado se realizó en un secador con circulación de aire caliente a una temperatura máximo de 95°C/5 horas.

3.4.1.7 Molienda

El proceso de molienda se realizó en un molino manual corona obteniendo una uniformidad en las partículas.

3.4.1.8 Tamizado

El producto molido fue tamizado en tamiz N° 40,80 μm ; Para uniformizar las partículas y estandarizar la harina.

3.4.1.9 Envasado

Se realizó en bolsas de polietileno de alta densidad, para las dos tipos de muestras con la finalidad de proteger el producto de la humedad y del medio ambiente que puede causar deterioro.

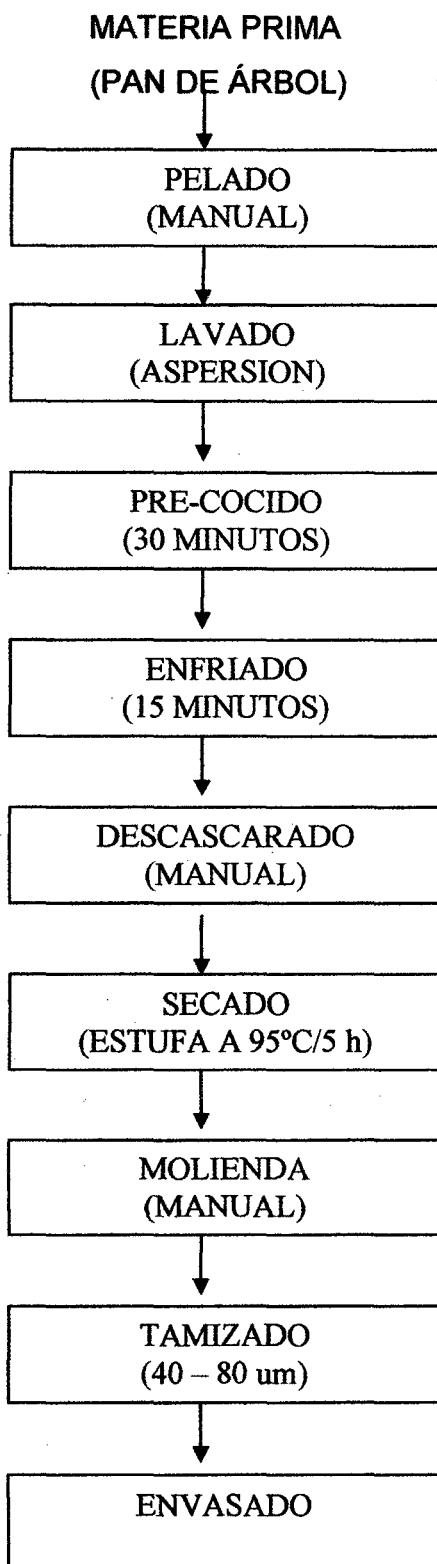


Figura 05: Diagrama de Flujo Preliminar Para la Obtención de Harina de Pan de Árbol Pre- cocido (*Artocarpus altilis* F.), (BERNUI, 1981).

3.5 Flujo Preliminar Para la Obtención de Harina de Pan de Árbol crudo (*Artocarpus altilis* F.).

El objetivo principal es obtener una harina con buenas características, las cuales nos permitan utilizar en procesos de panificación como sustituto de la harina de trigo. El diagrama de flujo preliminar para la elaboración de harina de pan del árbol crudo se presenta en la Figura 06.

3.5.1 Pelado

La operación del pelado se realizó en forma manual con la utilización de cuchillo de acero inoxidable, que consiste en la separación de las semillas de la parte carnosa que las cubre a las semillas.

3.5.2 Lavado de las Semillas

Las semillas fueron lavadas con agua potable, con la finalidad de eliminar la materia extraña, tierra, arena y algunas sustancias adheridas a las semillas y reducir la carga microbiana.

3.5.3 Secado

El secado se realizó en un secador con circulación de aire caliente a una temperatura de secado de 95°C/5 horas.

3.5.4 Descascarado

El descascarado de las semillas de pan de árbol (*Artocarpus altilis* F.), se realizó en forma manual.

3.5.5 Molienda

El proceso de molienda se realizó en un molino manual corona obteniendo una uniformidad en las partículas.

3.5.6 Tamizado

El producto molido fue tamizado en tamiz N° 40,80 μm ; Para uniformizar las partículas y estandarizar la harina.

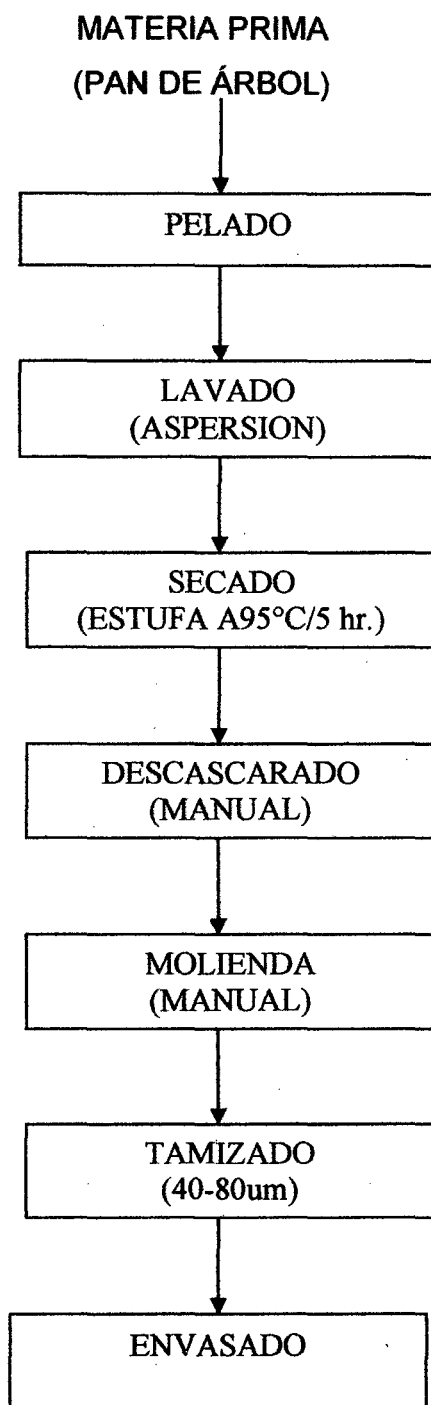


Figura 06: Diagrama de Flujo Preliminar Para la Obtención de Harina de Pan de Árbol Crudo (*Artocarpus altilis* F.).

3.5.7 Envasado

Se envasó en bolsas de polietileno de alta densidad, para las dos tipos de muestras con la finalidad de proteger el producto de la humedad y del medio ambiente que puede causar deterioro.

3.6 Esquema Experimental de Operaciones Para la Elaboración de Pan de Labranza

En la Figura 07 se muestra el esquema preliminar para el proceso de elaboración de panes.

3.6.1 Materia Prima

Se utilizó harina de trigo Marca Inca y harina de pan de árbol obtenido en la planta piloto de harinas de la facultad de Ingeniería Agroindustrial.

3.6.2 Mezclado y Amasado

Se comienza añadiendo agua, azúcar, sal, harina de trigo, harina de pan del árbol; mezclados por unos 5 a 10 minutos se añade la levadura finalmente se agrega la manteca. El amasado dura aproximadamente 20 minutos, cuando se trabaja con 100 kg. de harina.

3.6.3 Reposo y Fermentación Inicial

En esta etapa comienza la producción de CO_2 ; durando este reposo de 20 a 40 minutos. Cuando se utiliza levadura prensada (75% H°), que necesita refrigeración para su almacenamiento, dura aproximadamente 20 minutos de reposo y su uso es agregando directamente a la masa; pero cuando se utiliza levadura seca (8% H°), hay que reactivar la levadura con agua tibia, necesita de un reposo de aproximadamente 40 minutos y su almacenamiento puede ser a temperatura ambiente o a temperatura de refrigeración.

3.6.4 Punchig o Afinado

En esta operación se prepara la masa se elimina el CO_2 formado durante el reposo; para luego la masa capte oxígeno fresco lo que le permitirá una vigorosa fermentación final. Para un afinado de 10 a 15 kg se necesita 5 minutos.

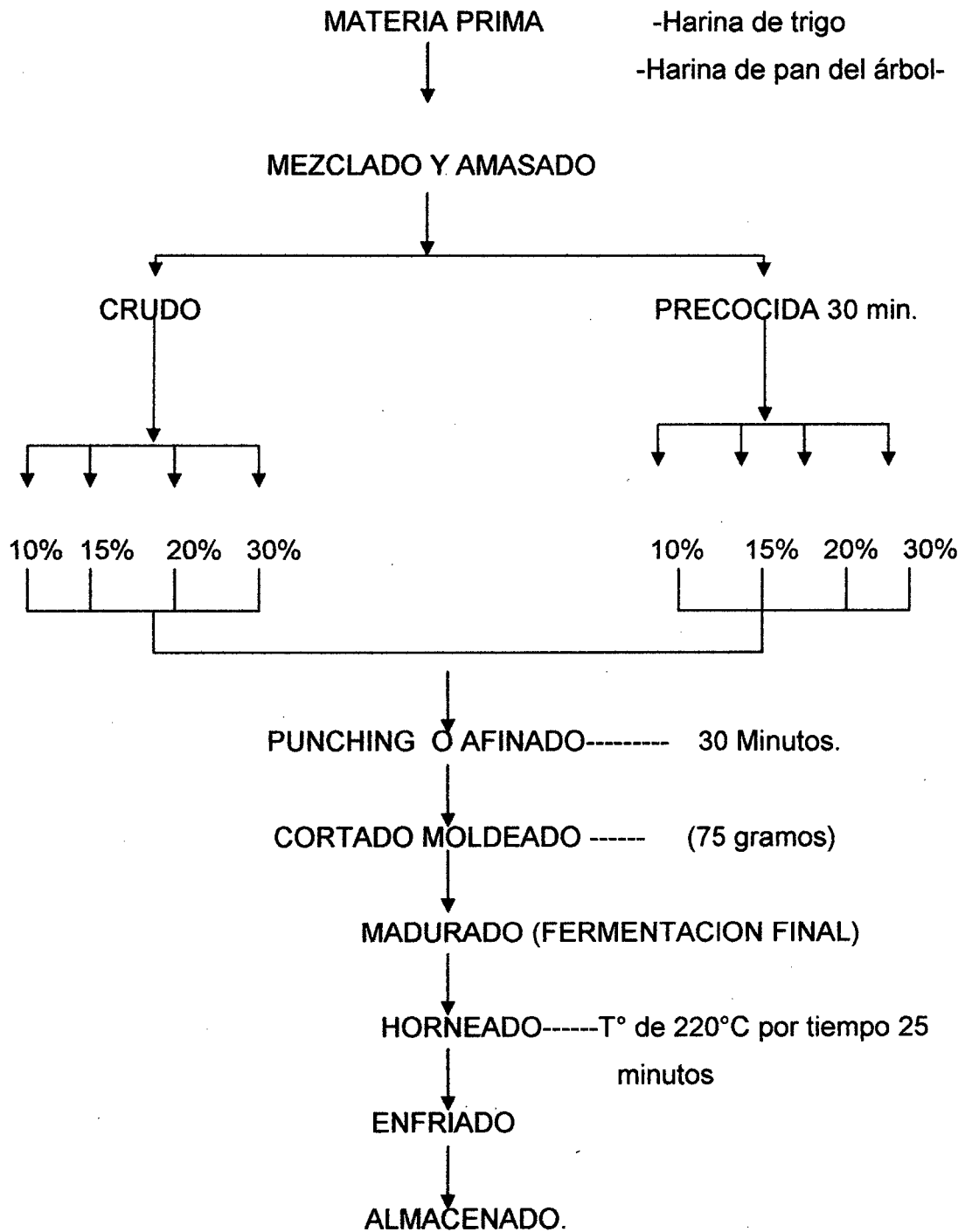


Figura 07: Diagrama de Flujo Preliminar de Operaciones Para la Elaboración de Pan de Labranza

3.6.5 Cortado – Moldeado

Esta operación es mecánica. Los obreros reciben la masa moldeada y la colocan en las latas enmanteadas, y estas latas son puestas en los andamios o cerros metálicos y luego llevados a la cámara de madurado para su fermentación.

3.6.6 Fermentación Final o Madurado

Esta operación se llevó a cabo en un ambiente de 2x1.5 m. La fermentación final se realiza a temperaturas de 28 a 32 °C y por un tiempo aproximado de 4 horas, no hay control de humedad relativa. En esta operación hay una pérdida de peso por evaporación del agua.

3.6.7 Horneado

La cocción del pan se realiza a 220°C en un tiempo de 25 minutos. En esta operación también pierde de peso por evaporación del agua, desprendiendo alcohol y CO₂.

3.6.8 Enfriado

El enfriado de los panes se realiza en la misma área de proceso, para posteriormente ser almacenados.

3.7 Método de Control

3.7.1 Controles de la Materia Prima

Los controles realizados fueron: Análisis Físicos y químico proximal de la materia prima, harina de pan de árbol así como del producto final (pan de labranza).

3.7.1.1 Biometría

Utilizando micrómetro se midió el tamaño de las semillas, diámetro y espesor, se pesaron un total de 70 semillas para obtener los promedios de los pesos.

3.7.1.2 Densidad Grosera

Se realizó por desplazamiento de las semillas, se pesaron y se sumergieron en agua, se midió el volumen desplazado de agua en una probeta milimetrada, luego se aplicó la relación masa / volumen. (AOAC, 1990).

3.7.1.3 Determinación del pH y Acidez**3.7.1.3.1 Determinación del pH**

Se determinó por el método electrométrico, mediante el pHmetro digital a 20°C, la medición se realizó en una solución filtrada de 10 gramos de harina en 100 ml de agua destilada, (AOAC, 1990).

3.7.1.3.2 Acidez Titulable

Se realizó por el método de acidez titulable. (AOAC, 1990).

3.7.1.4 Análisis Químico Proximal**3.7.1.4.1 Humedad**

Se realizó por el método de estufa a presión atmosférica; a 110°C, durante 24 horas. (AOAC, 1990).

3.7.1.4.2 Proteína Total

Se determinó por el método Kjeldhal recomendado por la AOAC, (1990) para determinar el N total, el porcentaje de nitrógeno se multiplicó por el factor 6.25.

3.7.1.4.3 Grasa Total.

Se realizó por extracción con éter di etílico como solvente mediante el equipo soxhlet. (AOAC, 1990)

3.7.1.4.4 Ceniza Total

Se determinó por calcinación de la muestra en mufla a 550°C por 4 horas. (AOAC, 1990).

3.7.1.4.5 Fibra Total

Se determinó por hidrólisis ácida y alcalina. (AOAC, 1990).

3.7.1.4.6 Carbohidratos Totales

Se obtuvo por diferencia restándose de 100 los porcentajes de humedad, grasa, ceniza, fibra y proteína.

3.7.2 Control Durante el Proceso de Secado

No se realizaron controles severos durante el proceso de secado, en esta etapa solo se seco teniendo en cuenta que el contenido de humedad de una harina para ser utilizado en el proceso de panificación debe ser como máximo de 14%.

3.7.3 Control de la Harina de Pan de Árbol

Los análisis realizados para la harina de pan de árbol fueron: Análisis químico proximal, densidad aparente, pH, Acidez total y Granulometría.

3.7.3.1 Análisis Químico Proximal**3.7.3.1.1 Humedad**

Se realizó por el método de estufa a presión atmosférica a 110°C durante 24 Horas. (AOAC, 1990).

3.7.3.1.2 Proteína Total

Se determinó por el método de Kjeldhal recomendado por la AOAC, (1990). Para determinar el N total se multiplica por 6.25.

3.7.3.1.3 Grasa Total

Se realizó por extracción con éter di etílico como solvente mediante el método Soxhlet. (AOAC, 1990).

3.7.3.1.4 Ceniza Total

Se determinó por calcinación de la muestra en una mufla a 550°C por 24 horas (AOAC, 1990).

3.7.3.1.5 Fibra Total

Se determino por hidrólisis ácida y alcalina. (AOAC, 1990).

3.7.3.1.6 Carbohidratos Totales

Se obtuvo por diferencia restando de 100 los porcentajes de Humedad, proteína, grasa, ceniza y fibra. (AOAC, 1990).

3.7.3.2 Densidad Aparente

Se realizó mediante el método recomendado por la AOAC, (1990), que indica que un determinado peso de harina se coloca en una probeta graduada dando 60 golpes, luego se observa el volumen, aplicando la relación peso/volumen.

3.7.3.3 Determinación del pH y Acidez**3.7.3.3.1 Determinación del pH**

Se determinó por el método electrométrico, mediante pHmetro digital a 20°C, la medición se realizó en una solución filtrada de 10 gramos de harina en 100 ml, de agua destilada. (AOAC, 1990).

3.7.3.3.2 Acidez Titulable

Se realizó por el método de acidez titulable (AOAC, 1990).

3.7.4 Granulometría

Se realizó por el método descrito por GEANKOPLIS, (2000), para la cual se peso 50 gramos de muestra de harina de pan de árbol y se pasó por un tamiz ASTM de 20, 30, 40, 50, 60, 80, 100 y 200. Se construyo una curva de diámetro de partículas en un eje y el porcentaje acumulado retenido por cada tamiz en el otro eje.

3.7.5 Análisis de la Masa Panaria

Los análisis realizados para la masa panaria fueron: Análisis de humedad, propiedades reológicas.

3.7.5.1 Humedad.

Se realizó por el método de estufa a presión atmosférica a 110°C durante 24 Horas. (AOAC, 1990).

3.7.5.2 Propiedades Reológicas de la Masa Panaria.

Se realizó utilizando el equipo del Extensógrafo y Farinografo de Brabender indicado en el anexo 02 y 03 con los métodos utilizados dichos resultados obtenidos se construyeron las curvas respectivas para una mejor interpretación.

3.7.6 Controles del Producto Terminado (Pan de Labranza)

Los análisis realizados para el producto terminado fueron: Análisis químico proximal, pH, Acidez y propiedades organolépticas (Color, Olor, Sabor y Textura).

3.7.6.1 Análisis Químico Proximal

3.7.6.1.1 Humedad

Se realizó por el método de estufa a presión atmosférica a 110°C durante 24 horas. (AOAC, 1990).

3.7.6.1.2 Proteína Total

Se determinó por el método de Kjeldhal recomendado por la AOAC, (1990), el porcentaje de nitrógeno se multiplico por el factor 6.25.

3.7.6.1.3 Grasa Total

Se realizó por extracción con éter di etílico como solvente mediante el método Soxhlet. (AOAC, 1990).

3.7.6.1.4 Ceniza Total

Se determino por calcinación de la muestra en una mufla a 550°C por 24 horas. (AOAC, 1990).

3.7.6.1.5 Fibra Total

Se determinó por hidrólisis ácida y alcalina, (AOAC, 1990).

3.7.6.1.6 Carbohidratos Totales

Se obtuvo por diferencia restando de 100 los porcentajes de Humedad, proteína, grasa, ceniza y fibra. (AOAC, 1990).

3.7.6.2 Determinación del pH y Acidez

3.7.6.2.1 Determinación del pH

Se determinó por el método electrométrico, mediante pHmetro digital a 20°C, la medición se realizó en una solución filtrada de 10 gramos de harina en 100 ml de agua destilada. (AOAC, 1990).

3.7.6.2.2 Acidez Titulable

Se realizó por el método de acidez titulable (AOAC, 1990).

3.7.6.3 Análisis Sensorial

Para la selección del mejor porcentaje de sustitución de harina de trigo por harina de pan de árbol (*Artocarpus altilis* F.), se utilizó un Diseño de Bloque Completamente al Azar (DBCA), en el cual cada panelista evaluó los atributos de Color, Olor, Sabor y Textura, mediante la prueba afectiva de escala hedónica de cinco puntos, indicado en el anexo 04 y 06 los resultados fueron analizados mediante un cuadro de análisis de varianza (ANVA), a un nivel de significancia de 5% y las diferencias significativas, mediante la prueba de medias de Tukey, y al mismo nivel de significancia. Las pruebas de evaluación sensorial se realizaron en el producto terminado (Pan de Labranza).

IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES.

4.1 De La Materia Prima

4.1.1 Características Biométricas, Propiedades Físicas y Químicas

4.1.1.1 Características Biométricas

La materia prima utilizada en el presente trabajo fue semillas de pan de árbol (*Artocarpus altilis* F.), recolectados del Distrito de Shapaja localiza a 06° 35' 30" latitud Sur y a 76° 11' 15" longitud oeste y a 207 msnm. los mismos que presentaron las siguientes características biométrica (Peso, tamaño y forma), que se muestra en el Cuadro 06, como promedio de la medida de 70 semillas.

CUADRO 06: Características Biométricas promedio de 70 Semillas de Pan de Árbol (*Artocarpus altilis* F.).

Características	Valores			Forma de las semillas
	Mínimo	Máximo	Promedio	
Peso (g)	4,44	8,76	6,95	Irregular semi aplanada, longitudinal
Tamaño (cm.) *Diámetro	3,04	3,80	3,47	

En el Cuadro 06 se aprecia que el peso de las semillas de pan de árbol (*Artocarpus altilis* F.), están en un rango de 4,44g a 8,75g teniendo un peso promedio de 6,95g el diámetro promedio obtenido fue de 3,47cm. La forma característica de las semillas, fue irregular semi aplanada, longitudinal. La diferencia de peso y tamaño se deben básicamente a la diferencia de nutrientes que presentan los suelos de las cuales fueron recolectados, ya que las semillas obtenidas de los árboles que se encuentran en la orilla del río son más grandes, siendo inundables estos suelos en ciertas épocas del año, dejando considerables cantidades de nutrientes. Las semillas que fueron recolectados de pendientes son más pequeñas, debido que en épocas de invierno arrasan los nutrientes, y en épocas de largo verano tiene poca disponibilidad de agua. En la Figura 08 se presentan los cortes longitudinales, y en la Figura 09 las semillas de pan de árbol.



Figura 08: Cortes Longitudinal, del Fruto de Pan de Árbol



Figura 09: Semillas de Pan de Arbol (*Artocarpus altilis* F.), Obtenido de la Localidad de Shapaja

4.1.1.2.1 pH

El valor del pH, para las semillas de pan de árbol fresco (crudo) y precocido fue de 6,51 y 6,31 respectivamente el cual fue comparado con el valor del pH de Maíz de 6,3 a 6,45 y del Cacao de 6,3 reportado por HAYES,(1992). Encontrándose los valores dentro de los rangos para las semillas de los cereales y de las oleaginosas.

4.1.1.2.2 Acidez.

La acidez determinada para las semillas de pan de árbol fresco-crudo y precocido fue de 0,24%, expresado como Ácido Sulfúrico que es elevado respecto a lo indicado por OSPINA et.al, (1995) que es de 0,02%. Esta diferencia se debe en

gran parte al tipo de suelo, época de cosecha, y las regiones donde se desarrollan dicho pan de árbol.

4.1.1.2.3 Densidad

La densidad de las semillas de pan de árbol (*Artocarpus altilis* F.), se determinó con semillas crudo y precocido, expresado como densidad aparente para las semillas crudas fue de $0,52\text{g/cm}^3$ y para pan de árbol pre-cocido fue de $0,53\text{g/cm}^3$ lo cual esta por encima de lo reportado por HAYES, (1992). Para el cacao de $0,48\text{g/cm}^3$.

4.1.1.2.4 Análisis Químico Proximal.

Los resultados del análisis químico proximal de las semillas de pan de árbol (*Artocarpus altilis* F.), se detalla en el Cuadro 07.

CUADRO 07: Composición Química Proximal de Pan de Árbol (*Artocarpus altilis* F.), Por Cada 100g de Parte Comestible.

Componentes	Pan de Árbol-Crudo (%)	Pan de Árbol pre-cocido (%)
Humedad	60,02	65,01
Proteína (N x 6,25)	3,92	2,53
Grasa	4,36	3,57
Ceniza	1,69	1,16
Fibra	2,38	2,22
Carbohidratos	28,58	24,56

Según el Cuadro 07 el pan de árbol crudo contiene una humedad de 60,02%, y el pre-cocido una humedad del 65,01%. Este aumento se debe a la gelificación de una parte del almidón durante la cocción que tienden a hidratarse, ganando peso de esta manera. Sin embargo dichos resultados están en el rango promedio reportado por COLLAZOS et, al. (1996), BERNUI, (1981), que es de 63,4% de humedad para semilla de pan de árbol.

En cambio son bajas las proteínas, para pan de árbol crudo presenta 3,92%, y para el pre-cocido 2,53%, siendo estos valores menores a lo

reportado por los autores antes mencionados que dan a la semilla de pan de árbol 4,5%. Estos valores encontrados están dentro del promedio de proteína para la leche que es de 3.25% **WALSTRA, (2000)**. En cuanto a la grasa hay una disminución en el pan de de árbol pre-cocido de 3,57%, ya que en el pan de árbol crudo tuvo 4,36%, esta merma es debido por el arrastre del agua en el momento de la cocción que a las temperaturas hechas solubilizan a los lípidos existentes en el pan de árbol, y como consecuencia disminuye de la parte original. Así mismo ocurre con los componentes ceniza, fibra y carbohidratos que disminuye por el tratamiento de cocción por las razones de temperatura elevadas y el incremento del agua en el pan de árbol pre-cocido.

4.2 Proceso de Obtención de Harina de Pan de Árbol (*Artocarpus altilis* F.).

Las semillas de pan de árbol fueron recolectados, teniendo en cuenta el estado de madurez de los frutos.

4.2.1 Pan del Árbol Crudo

En la Figura 10 se muestra el diagrama de flujo definitivo y balance de masa para la obtención de harina de pan de árbol crudo.

4.2.1.1 Lavado

El lavado permitió separar partículas de tierra, arena mucosidad adheridas a las semillas. El cual mostramos el balance de materia para cada una así mismo los parámetros óptimos para cada operación.

4.2.1.2 Secado

En la operación de secado se realizó en un tiempo de 12 horas a 60°C para obtener una harina con características adecuadas para ser utilizada en las panaderías.

4.2.1.3 Molienda

Se realizó en un molino de martillos fijos obteniendo partículas homogéneas.

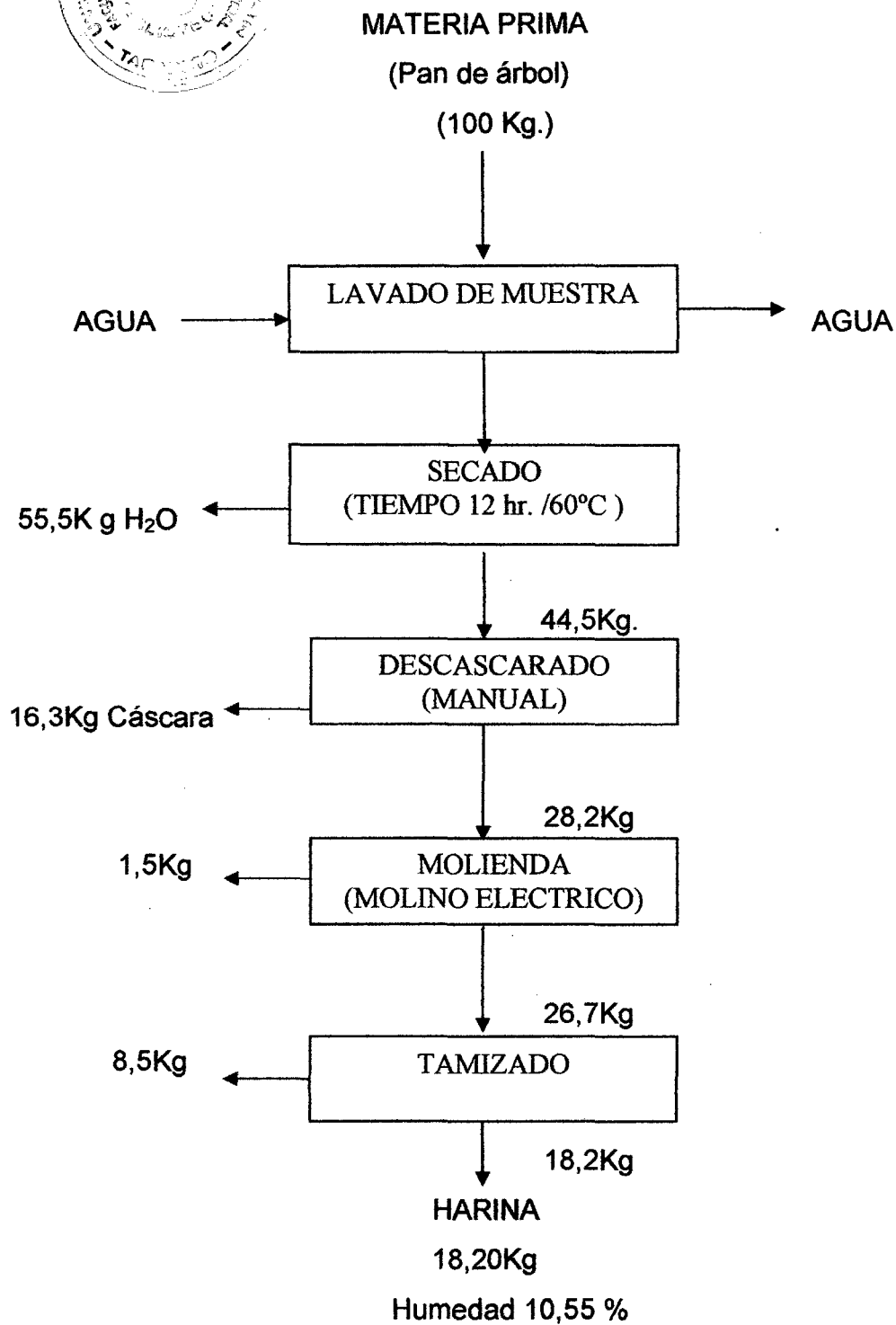


Figura 10: Diagrama de Flujo Definitivo y Balance de Materia Para la Obtención de Harina de Pan de Árbol Crudo (*Artocarpus altilis* F.).

En la Figura 10, se presenta el flujo y balance de masa para la obtención de harina de pan de árbol crudo, en ello se detallan los parámetros a lo cual fueron sometidas cada operación, teniendo cuidado la operación de secado, ya que de esta dependió la molienda de los granos del pan de árbol. Es por ello en esta etapa se utilizó un tiempo de 12 horas a una temperatura de 60°C hasta obtener una humedad residual de 12%, ya que en la operación de molienda por la fricción que ofrece el equipo recalienta los gránulos, y aún pierde humedad llegando al producto final con 10,55%, y un rendimiento de proceso de 18,20Kg, de harina de pan de árbol crudo. Valores que están en el rango reportado por **AXTELL, (1998)**, para harina de papa 19,5Kg y por **SÁNCHEZ, (1995)**, para harina de yuca 19,0Kg.

4.2.2 Pan de Árbol Pre-Cocido

En la Figura 11 se muestra el diagrama de flujo definitivo y balance de masa para la obtención de harina de pan de árbol pre –precocido.

4.2.2.1 Pre-Cocido

Las semillas fueron pre-cocido por un tiempo de 30 minutos que permitió eliminar el mucílago adheridas en las semillas.

4.2.2.2 Molienda

Las semillas secas se molieron en un molino de martillo fijo obteniendo partículas homogéneas.

4.2.2.3 Tamizado

El tamizado permitió obtener partículas que están dentro de los estándares de panificación.

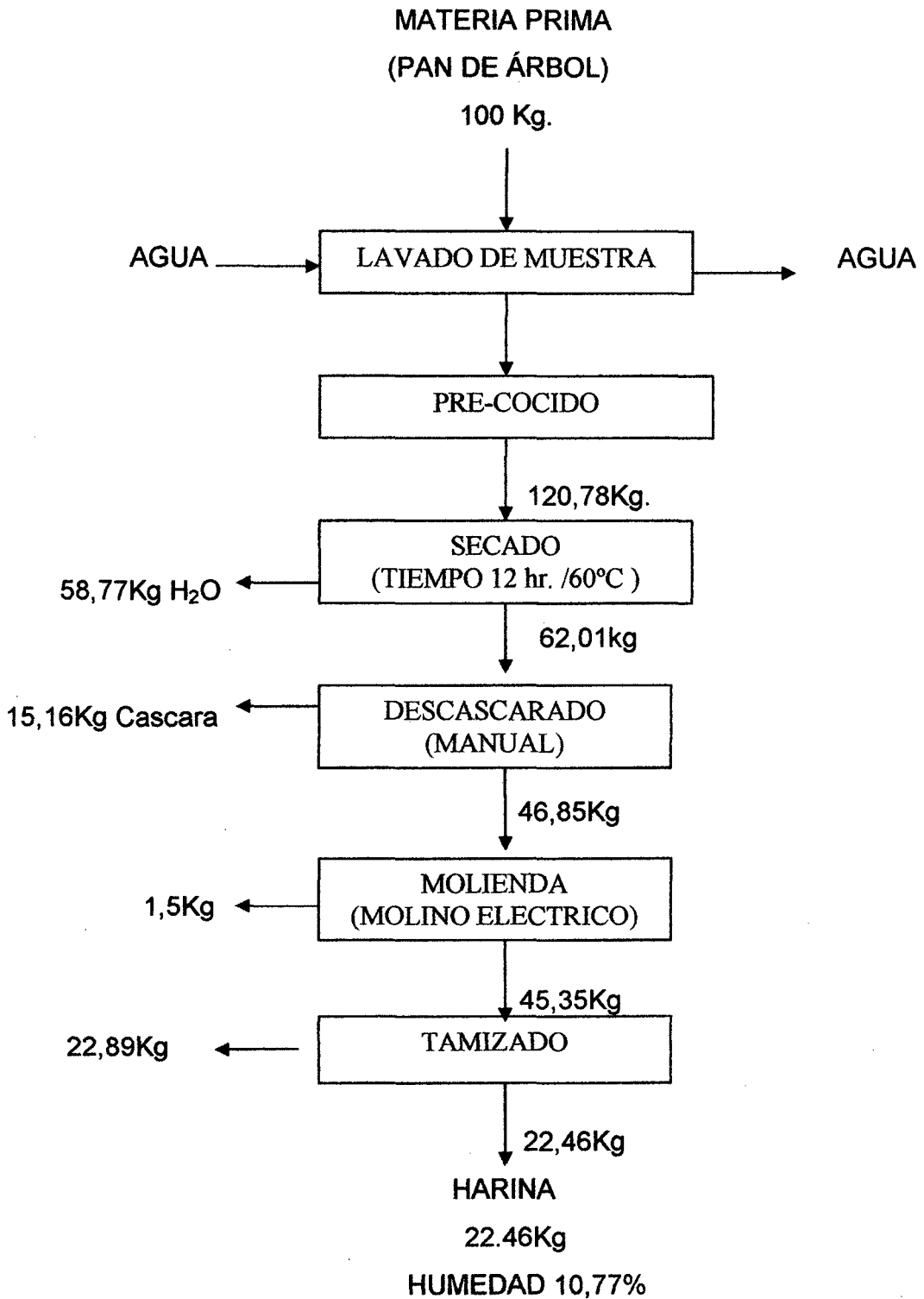


Figura 11: Diagrama de Flujo Definitivo y Balance de Materia Para la Obtención de Harina de Pan de Árbol Pre-cocido (*Artocarpus altilis* F.).

En la Figura 11, se presenta el flujo y balance de masa para la obtención de harina de pan de árbol Pre-cocido, en ello se detallan los parámetros a lo cual fueron sometidas cada operación, teniendo cuidado la operación de secado, ya que de esta dependió la molienda de los granos del pan de árbol. Es por ello en esta etapa se utilizó un tiempo de 12 horas a una temperatura de 60°C hasta obtener una humedad residual de 12,5%, ya que en la operación de molienda por la fricción que ofrece el equipo recalienta los gránulos, y aún pierde humedad llegándose al producto final con 10,77%, y un rendimiento de proceso de 22,46Kg, de harina de pan de árbol pre-cocido. Valores que están en el rango reportado por AXTELL, (1998), para harina de papa 19,5Kg y por SÁNCHEZ, (1995), para harina de yuca 19,0Kg.

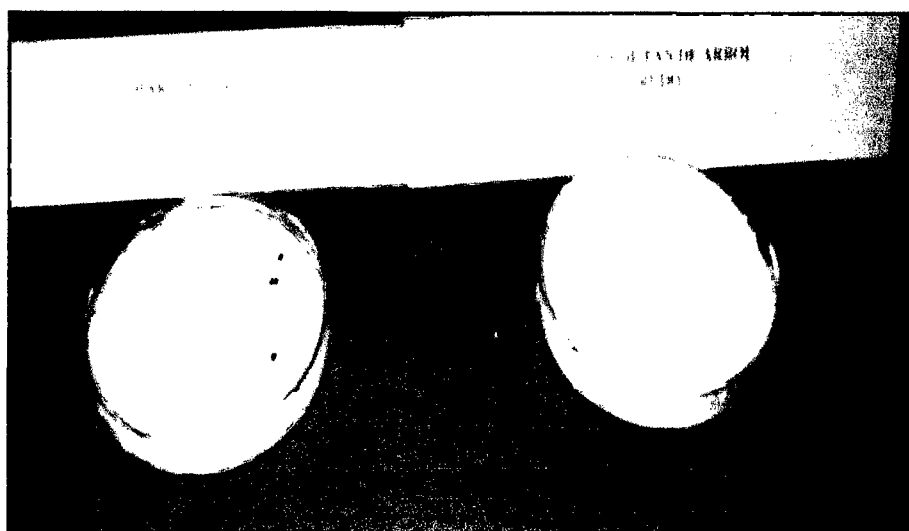


Figura 12: Harina de Pan de Árbol Pre-cocido y Pan de Árbol Crudo

4.2.3 Análisis Granulométrico

Se realizó el análisis granulométrico para determinar el tamaño de los gránulos de la harina. El resultado se muestra el Cuadro 08 y en la Figura 13 y 14, para harina de pan de árbol crudo. Y los resultados de la harina de pan de árbol pre-cocido se muestra en el Cuadro 09 y en la Figura 15 y 16.



CUADRO 08: Resultados Obtenidos del Análisis Granulométrico de Harina de Pan de Árbol Crudo

Número de tamiz	Abertura de tamiz	Cantidad Retenido (g)	(%) Retenido	Cantidad Acumulada (g)	(%) Acumulado
20	850	2,97	5,94	47,03	94,06
30	600	10,73	21,46	36,3	72,60
40	425	5,76	11,52	30,54	61,08
50	300	9,88	19,76	20,66	41,32
60	250	8,85	17,7	11,81	23,62
80	180	2,65	5,3	9,16	18,32
100	150	1,03	2,06	8,13	16,26
200	75	2,68	5,6	5,45	10,9

Del Cuadro 08, podemos tener una idea de la finura de la harina, de pan de árbol crudo ya que el 18,32% pasan por un tamiz de 180 micrones; estando por de bajo por la definición hecha por **CHARLEY, (1987)**, quien indica que las partículas de la harina deben ser lo suficientemente pequeñas, de tal forma que el 98% pase a través de una malla de 210 micrones. El bajo porcentaje acumulado se debe a la propiedad de apelmazar que tiene la harina al momento de poner en funcionamiento el equipo, se debe principalmente al látex que no se elimina en su totalidad al momento de realizar el secado, formando grumos al momento del tamizado. Para visualizar mejor estos resultados se grafican los valores obtenidos del porcentaje retenido de la muestra con el tamaño de abertura de la malla (Figura 13), y el porcentaje acumulado de la muestra con el tamaño de abertura de la malla (Figura 14).

ANÁLISIS DEL TAMAÑO DE PARTÍCULAS.

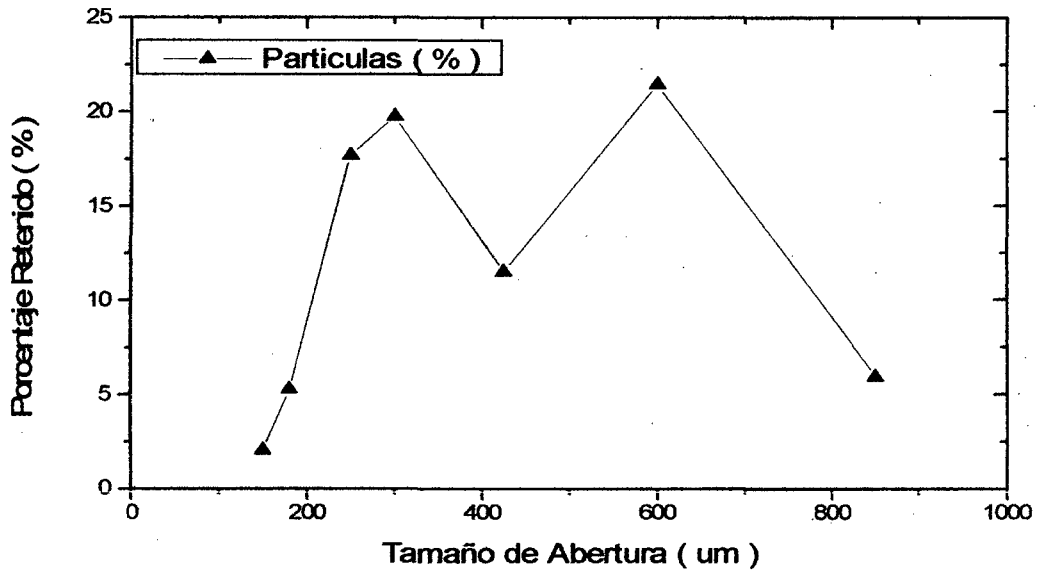


Figura 13: Análisis del Porcentaje de Retenido de Harina de Pan de Árbol Crudo.

ANÁLISIS ACUMULATIVO DE TAMAÑO.

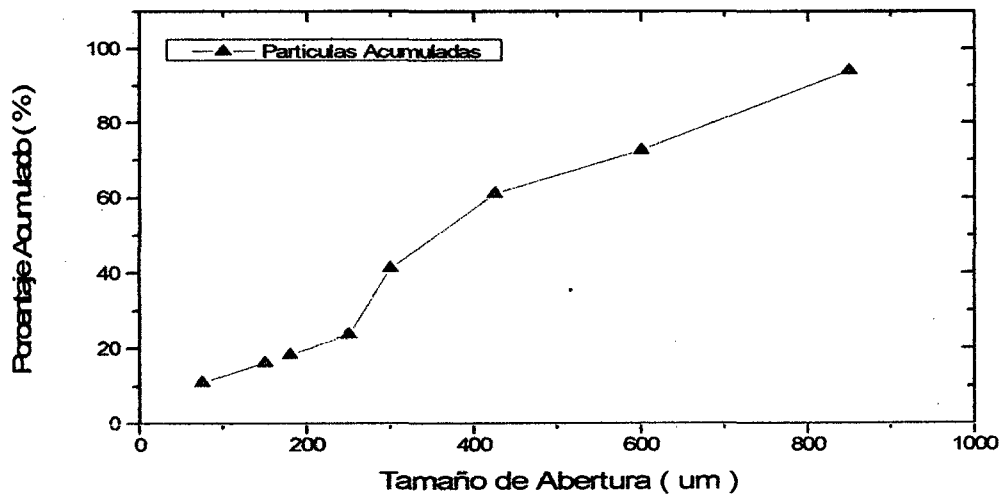


Figura 14: Análisis del Porcentaje Acumulado de Harina de Pan de Árbol Crudo.

CUADRO 09: Resultados Obtenidos del Análisis Granulométrico de Harina de Pan de Árbol Pre-Cocido

Número de tamiz	Abertura de tamiz	Cantidad Retenido (g)	(%) Retenido	Cantidad Acumulada (g)	(%) Acumulado
20	850	2,12	4,24	4,88	95,76
30	600	0,24	0,48	47,64	95,28
40	425	1,57	3,14	47,07	92,40
50	300	0,07	0,14	46,00	92,00
60	250	1,65	3,30	44,35	88,82
80	180	0,44	0,88	43,91	87,82
100	150	1,85	3,70	42,06	84,12
200	75	13,65	27,30	28,41	56,82

Del Cuadro 09, podemos tener una idea de la finura de la harina, de pan de árbol pre-cocido ya que el 87,82% pasan por un tamiz de 180 micrones; estando dentro de los límite establecido por **CHARLEY, (1987)**, quien indica que las partículas de la harina deben ser lo suficientemente pequeñas, de tal forma que el 98% pase a través de una malla de 210 micrones. Para visualizar mejor estos resultados se grafican los valores obtenidos del porcentaje retenido de la muestra con el tamaño de abertura de la malla (Figura 15), y el porcentaje acumulado de la muestra con el tamaño de abertura de la malla (Figura 16).

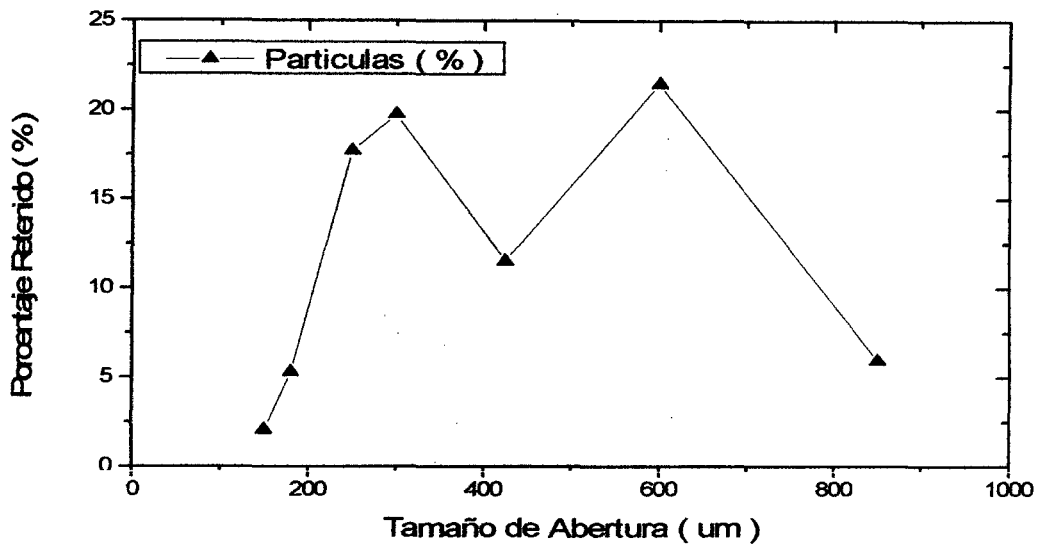
ANÁLISIS DEL TAMAÑO DE PARTÍCULAS.

Figura 15: Análisis del Porcentaje de Retenido de Harina de Pan de Árbol Pre Cocido

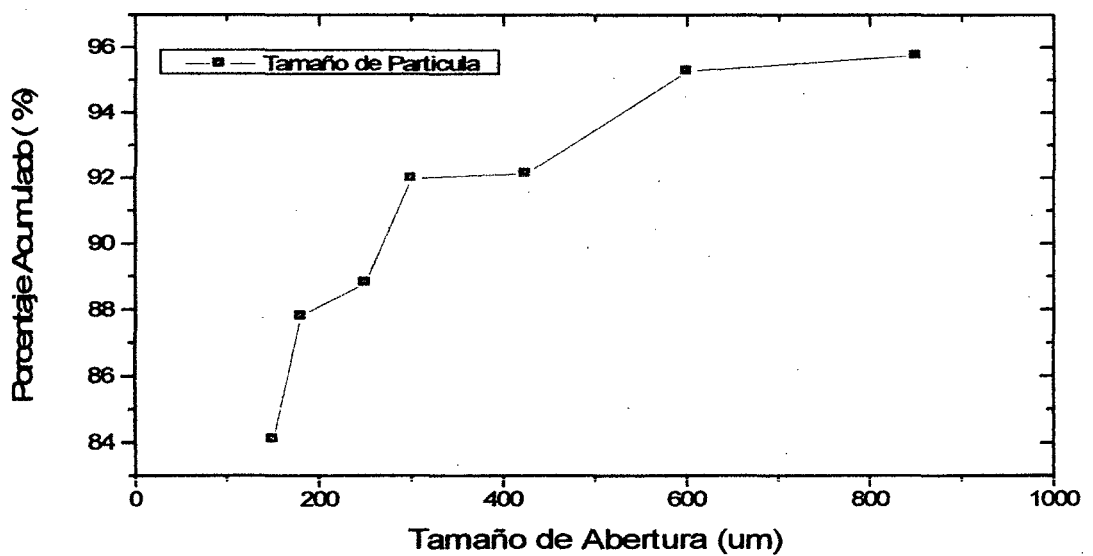
ANÁLISIS ACUMULATIVO DE TAMAÑO.

Figura 16: Análisis del Porcentaje Acumulado de Harina de Pan de Árbol Pre-Cocido

4.3 DE LA HARINA OBTENIDA

4.3.1 Análisis Químico Proximal

El análisis químico proximal se muestra en el Cuadro 10.

CUADRO 10: Composición Química Proximal de la Harina de Pan de Árbol Crudo y Pan de Árbol Pre Cocido (Contenido en g/100g, en Base Húmeda).

Componentes	Harina de Pan de Árbol-Crudo (%)	Harina de Pan de Árbol pre-cocido (%)
Humedad	10,55	10,77
Proteína (N x 6,25)	7,39	8,08
Grasa	6,23	6,19
Ceniza	3,02	2,08
Fibra	2,55	1,84
Carbohidratos	71,26	71,04

Del Cuadro 10 se puede observar que los valores encontrados para la harina de pan de árbol crudo contiene una Humedad 10,55% y para el pan del árbol pre-cocido contiene una humedad 10,77% encontrándose en el rango promedio a los valores reportado por **BERNUI, (1981)**, para el pan de árbol de (10%). En cuanto a las Proteínas se obtuvo un valor de 7,39% para pan de árbol crudo, y 8,08% para pan de árbol pre –cocido este último resultado esta ligeramente superior al primero, debido a la previa hidrólisis que sufre los componentes del pan de árbol por el tratamiento térmico facilitando su determinación pero por de bajo de 12,7% al reportado por el mismo autor. En cuanto a la Grasa se obtuvo un valor de 6,23% para pan de árbol crudo, y 6,19% para pan de árbol pre–cocido siendo esto mayor al 5,9% al reportado, por el mismo autor. En cuanto a la ceniza fue de 3,02% para pan de árbol crudo y de 2,08% para pan de árbol pre-cocido, esta diferencia se debe principalmente que durante la cocción parte de la ceniza soluble en agua es transferido al agua de cocción. En el contenido de fibra se observa que la harina de pan de árbol crudo presenta mayor contenido de fibra que el pan de árbol pre-cocido, debiéndose este que la eliminación de la cutícula en la harina de pan de árbol crudo no es completa, incrementándose de esta manera la fibra. En cuanto a carbohidratos fue de 71,26% para pan de árbol crudo, y de 71,04% para pan de

árbol pre-cocido encontrándose estos valores por encima de 65,1% al reportado por (BERNUI, 1981).

4.3.2 pH y Acidez

4.3.2.1 pH

El valor obtenido del pH, para la harina de pan de árbol crudo, fue de 5,99 y para la harina de pan de árbol pre-cocido fue de 6,01, el cual esta dentro del rango optimo para harina sucedáneas descrito en las Normas Técnicas Peruanas de (ITINTEC, 1986).

4.3.2.2 Acidez

La acidez expresado como ácido sulfúrico determinada para harina de pan de árbol crudo, fue de 0,13%, y para harina de pan de árbol pre-cocido fue de 0,11%, encontrándose cercano a 0,15% limite máximo dispuesto por las Normas Técnicas peruanas de (ITINTEC, 1986).

4.3.2.3 Densidad

La densidad de las harinas de pan de árbol, fue en ambos casos de 0,62g /cm³ el cual está dentro del rango establecido por HAYES, (1992), para el Maíz molido de 0,660g/cm³ Harina de Trigo de 0,64g/cm³.

4.4 DE LA MASA PANARIA

4.4.1 Humedad

El contenido de humedad de la masa panaria se muestra en el Cuadro 11 para una sustitución de harina de trigo/harina de pan de árbol crudo, obteniéndose una humedad máxima de 42,19%, y un mínimo de 39,17%. Y en el Cuadro 12 para una masa con sustitución de harina de trigo/harina de pan de árbol pre-cocido, obteniendo una humedad máxima de 42,74% y una mínima de 40,87%. Estos valores están dentro del rango establecido por PEARSON, (2000), para una masa de pan de labranza que esta entre 39% a 45% del contenido de humedad.

4.4.2 Análisis Reológicos de la Masa Panaria

Se realizó el análisis Reológico de la masa panaria, para determinar la fuerza y la elasticidad; utilizando para ello equipos como el Extensógrafo de Brabender y el Farinógrafo de Brabender

CUADRO 11: Variación del Contenido de Humedad de la Masa Panaria (Pan de Árbol Crudo) g/100g, en Base Húmeda

Mezcla H:P	Sustitución (%)	Humedad (%)
H:P	90:10	42,19
H:P	85:15	42,43
H:P	80:20	42,12
H:P	70:30	39,17

Leyenda : H : Harina de Trigo.

P : Harina de pan de árbol.

CUADRO 12: Variación del Contenido de Humedad de la Masa Panaria (Pan de Árbol Pre-Cocido) g/100g, en Base Húmeda

Mezcla H:P	Sustitución (%)	Humedad (%)
H:P	90:10	41,46
H:P	85:15	40,87
H:P	80:20	42,02
H:P	70:30	42,74

Leyenda : H : Harina de Trigo.

P : Harina de pan de árbol.

4.4.2.1 Extensógrafo de Brabender

Los resultados obtenidos del análisis del extensógrafo de Brabender se muestra en el Cuadro 13, y en la Figura 17 para una sustitución de harina de trigo /harina de pan de árbol crudo, y el Cuadro 14 y la Figura 18 para una sustitución de harina de trigo/harina de pan de árbol pre-cocido. La metodología utilizada se indica en el anexo 02.

CUADRO 13: Resultados Obtenidos del Análisis en un Extensógrafo Brabender Para Masa Panaria (Harina de Pan de Árbol Crudo).

SUSTITUCION (%)							
TIEMPO (min)							
90:10 UF	θ	85:15 UF	θ	80:20 UF	θ	70:30 UF	θ
0	0	0	0	0	0	0	0
280	5	240	5	230	5	250	5
290	8	320	8	350	8	450	8
300	10	295	10	320	10	360	10
260	13	285	13	300	13	320	13
0	15	0	15	0	15	0	15

En el Cuadro 13, se puede notar como influye el nivel de sustitución de harina de pan de árbol crudo en el proceso de amasado y la fuerza que adopta la harina en dicho proceso, ya que las unidades farinógrafas aumentan a mayor nivel de sustitución. Obteniéndose 450 UF en un tiempo de amasado de 10 minutos; para una sustitución de 70/30 harina de trigo /harina de pan de árbol crudo, considerándose como harina de mucha fuerza, para una sustitución de 80/20 harina de trigo/harina de pan de árbol crudo dio una lectura de 350 UF, en un tiempo de 8 minutos considerándose harina de fuerza media, los que son normalmente utilizado en proceso de panificación, por formar una estructura suave convirtiéndole en una masa con la características apropiadas para proceso de panificación. Los valores de fuerza de la harina que ofrece durante el proceso de amasado, se encuentra en un rango aceptable en comparación con los valores reportados para harina de trigo por **PRIMO, (1998)**. Para visualizar mejor los resultados se grafican los valores obtenidos de la unidades farinógrafas fuerza (UF), tiempo de amasado (Figura 17).

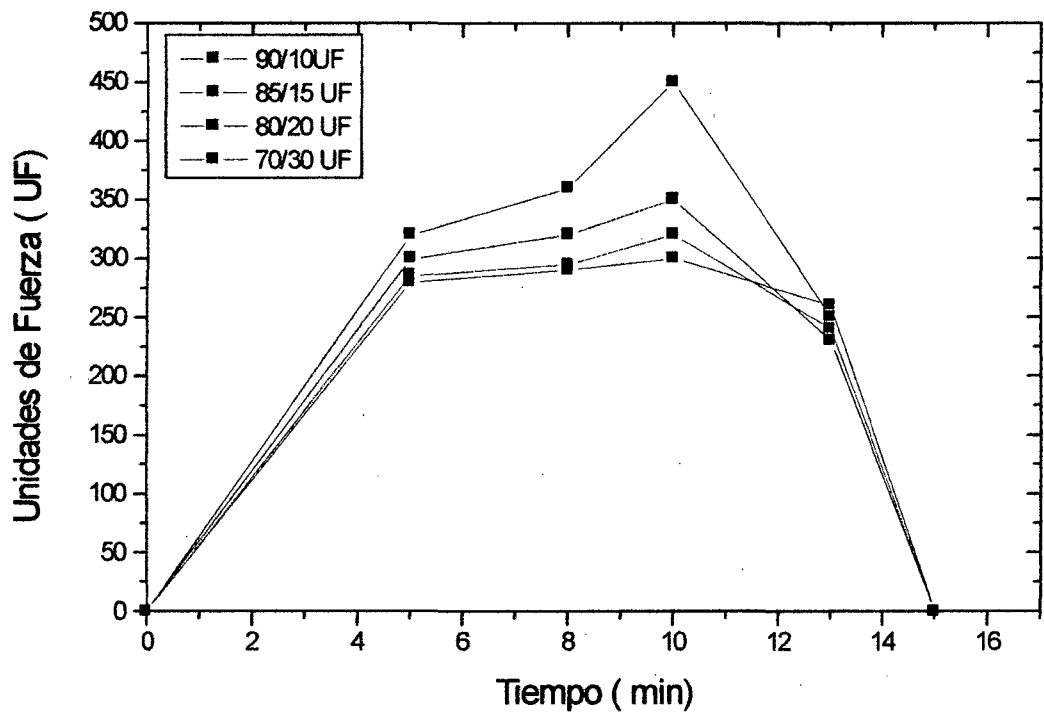


Figura 17: **Análisis de la Masa Panaria Registrada por un Extensógrafo de Brabender con Diferentes Porcentajes de Sustitución de Harina de Pan de Árbol Crudo**

CUADRO 14: **Resultados Obtenidos del Análisis de un Extensógrafo de Brabender Para Masa Panaria (Harina de Pan de Árbol Pre-Cocido)**

SUSTITUCIÓN (%)							
TIEMPO (min)							
90:10 UF	θ	85:15 UF	Θ	80:20 UF	θ	70:30 UF	θ
0	0	0	0	0	0	0	0
255	5	260	5	285	5	300	5
270	8	375	8	290	8	320	8
290	10	300	10	320	10	450	10
230	13	240	13	235	13	220	13
0	15	0	15	0	15	0	15

En el Cuadro 14, se puede observa como influye el nivel de sustitución de harina de pan de árbol pre-cocido, en el proceso de amasado y la fuerza que adopta la harina en dicho proceso, ya que las unidades farinógrafas aumentan ha mayor nivel de sustitución. Lográndose obtener una sustitución de 80/20 harina de trigo/harina de pan de árbol pre-cocido, 350 UF en un tiempo de amasado de 10 minutos; considerándose como harina de fuerza media, los que son normalmente utilizado en proceso de panificación, por formar una estructura suave convirtiéndole en una masa con la características apropiadas para proceso de panificación. Los valores de fuerza de la harina que ofrece durante el proceso de amasado, se encuentra en un renglo aceptable en comparación con los valores reportados para harina de trigo por **PRIMO, (1998)**. Para visualizar mejor los resultados se grafican los valores obtenidos de la unidades farinógrafas fuerza (UF), tiempo de amasado (Figura 18).

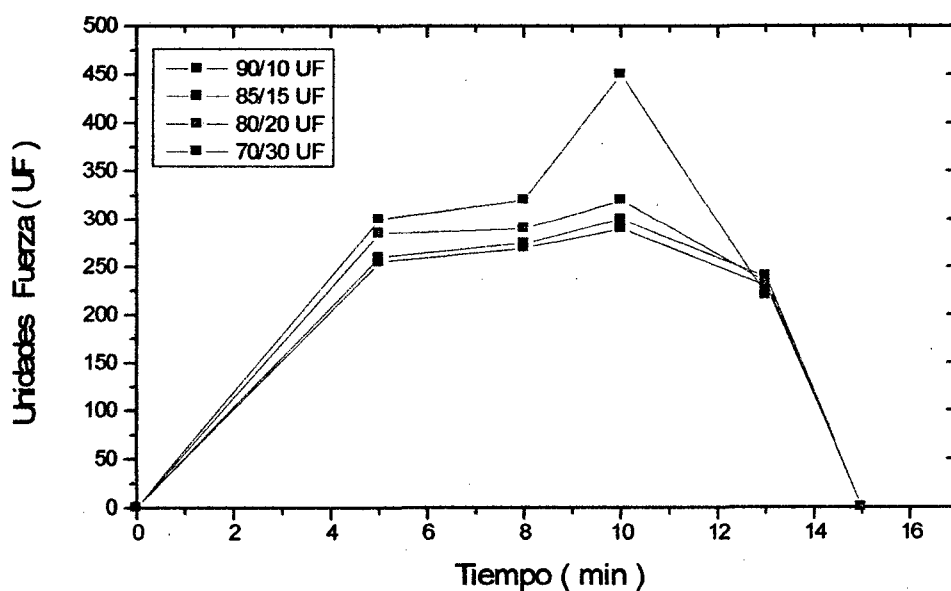


Figura 18: Análisis de la Masa Panaria Registrada por un Extensógrafo de Brabender con Diferentes Porcentajes de Sustitución de Harina de Pan de Árbol Pre-Cocido)

4.4.2.2 Farinógrafo de Brabender

Los resultados obtenidos del análisis del Farinografo de Brabender se muestran en el Cuadro 15 y en la Figura 19, para una sustitución de harina de trigo/harina de pan de árbol crudo, y en el Cuadro 16, y en la Figura 20 para una sustitución de harina de trigo/ harina de pan de árbol pre-cocido. La metodología utilizada se indica en el anexo 03.

CUADRO 15: Resultados Obtenidos del Análisis de un Farinografo de Brabender Para Masa Panaria (Harina de Pan de Árbol Crudo).

SUSTITUCIÓN (%)							
TIEMPO (min)							
90:10 UF	Θ	85:15 UF	Θ	80:20 UF	Θ	70:30 UF	Θ
0	0	0	0	0	0	0	0
280	5	285	5	260	5	200	5
410	8	398	8	350	8	300	8
450	10	420	10	400	10	360	10
400	13	390	13	397	13	340	13
380	15	370	15	350	15	280	15

En el Cuadro 15, se observa los resultados de un Farinógrafo de Brabender con diferentes niveles de sustitución harina de trigo/harina de pan de árbol crudo. Obteniéndose una sustitución de 80/20, harina de trigo/harina de pan de árbol crudo, con un máximo de absorción de agua de 306 ml., en un tiempo de amasado de 10 minutos, logrando alcanzar un grado de consistencia predeterminada, obteniéndose una masa el cual nos permita manipular durante el proceso. Transcurrido los 10 minutos se observa la caída de la curva debido a la inestabilidad del gluten durante el amasado. Los valores obtenidos para una sustitución de harina de trigo/harina de pan de árbol crudo, se encuentran en un rango aceptable al reportado por **STANLEY, (1998)**, para harina de trigo. Para visualizar mejor estos resultados se grafican los valores obtenidos de la unidades del farinógrafo fuerza (UF), tiempo de amasado (Figura 19).

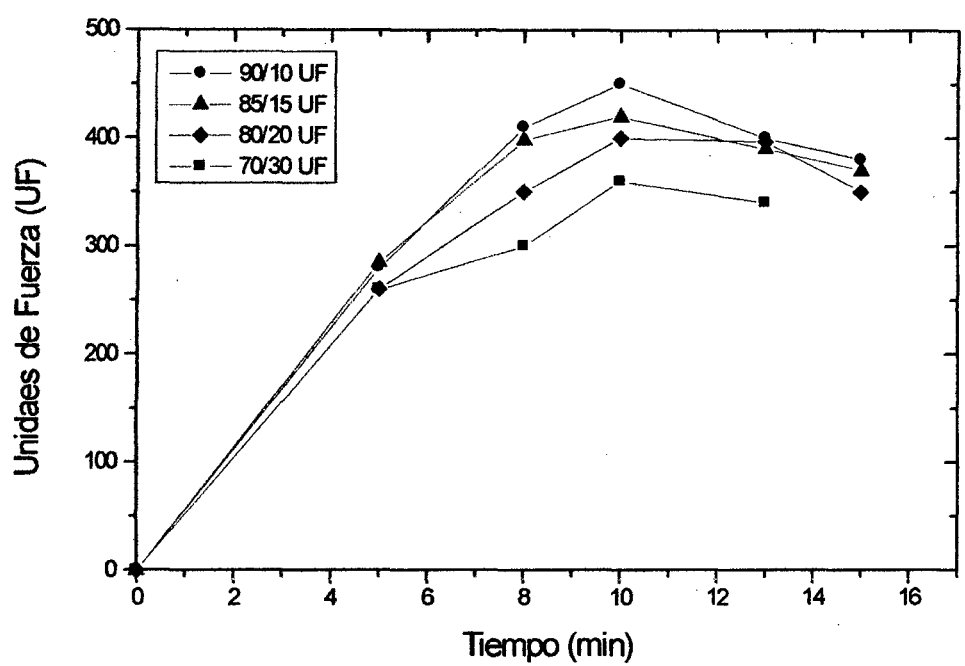


Figura 19: **Análisis de la Masa Panaria Registrada por un Farinógrafo de Brabender con Diferentes Porcentajes de Sustitución de Harina de Pan de Árbol Crudo.**

CUADRO 16: **Resultados Obtenidos del Análisis de un Farinógrafo de Brabender Para Masa Panaria (Harina de Pan de Árbol Pre-Cocido)**

SUSTITUCIÓN (%)							
TIEMPO (min)							
90:10 UF	θ	85:15 UF	θ	80:20 UF	θ	70:30 UF	θ
0	0	0	0	0	0	0	0
290	5	280	5	300	5	260	5
450	8	420	8	400	8	350	8
470	10	460	10	450	10	400	10
460	13	450	13	410	13	370	13
390	15	440	15	400	15	340	15

En el Cuadro 16, se observa los resultados de un Farinógrafo de Brabender con diferentes niveles de sustitución harina de trigo/harina de pan de árbol pre-cocido. Obteniéndose una sustitución de 80/20,harina de trigo/harina de

pan de árbol pre-cocido, con un máximo de absorción de agua de 295 ml, en un tiempo de amasado de 10 minutos, logrando alcanzar un grado de consistencia predeterminada, obteniéndose una masa el cual nos permita manipular durante el proceso. Transcurrido los 10 minutos se observa la caída de la curva debido a la inestabilidad del gluten durante el amasado. No existen diferencias marcadas en la caída de las curvas, dado que las características de amasado están relacionadas con la proporción de gluten y glutenina presente en la harina. Los valores obtenidos para una sustitución de harina de trigo/harina de pan de árbol Pre-Cocido, se encuentran en un rango aceptable al reportado por **STANLEY, (1998)**, para harina de trigo. Para visualizar mejor estos resultados se grafican los valores obtenidos de la unidades del farinógrafo fuerza (UF), tiempo de amasado (Figura 20).

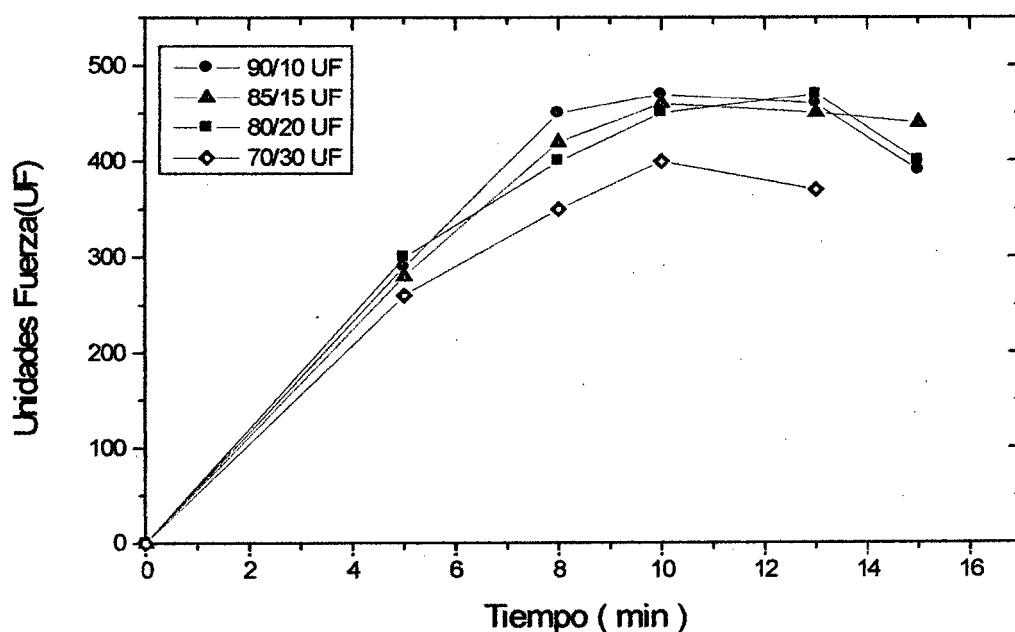


Figura 20:

Análisis de la Masa Panaria Registrada por un Farinógrafo de Brabender con Diferentes Porcentajes de Sustitución de Harina de Pan de Árbol Pre-Cocido

4.5 DEL PRODUCTO OBTENIDO

4.5.1 Análisis Físico y Químico del Pan de Labranza

4.5.1.1 Análisis Químico

En el Cuadro 17 y 18, se muestran los resultados de los análisis realizados.

En el Cuadro 17, se observa que el contenido de humedad para panes elaborado con sustitución de harina de trigo/harina de pan de árbol crudo esta entre 25,00% a 28,18%. Y en el Cuadro 18, que el contenido de humedad para una sustitución de harina de trigo/harina de pan de árbol pre-cocido esta entre 21,25% a 27,45%. Estando en el rango promedio a los valores reportado por **REYNOSO, (1994)**, para panes con sustitución de harina de Quinoa 28,4%, y Papa 29,40%.

De los análisis de Proteína, en el Cuadro 17, se reportan valores para panes elaborado con sustitución de harina de trigo/ harina de pan de árbol crudo que esta entre los limites de 11,41% a 9,10%, y en el Cuadro 18, para panes elaborado con sustitución de harina de trigo/harina de pan de árbol pre-cocido, esta entre lo limites de 10,76% a 10,02%, obteniendo una mayor uniformidad en el contenido proteico en los panes elaborados con sustitución de harina de pan de árbol pre-cocido respectivamente. Se puede observar que a mayor nivel de sustitución el contenido de proteina en los panes disminuye, debido a que el contenido de proteina en los dos tipos de harina de pan de árbol (cruda y pre-cocida), son menores ya que en promedio son de 8% que al mezclarse con la harina de trigo (proteína de 12% a 14 %) estos disminuyen. Estos valores obtenidos están en el rango promedio al reportado por **AGAPITO, (2000)**, para pan de labranza que contiene 9,6% de Proteína, y al reportado por **REYNOSO,(1994)**, para panes con sustitución de harina de Quinoa 9,31%, papa de 8,44%, Maíz de 13,4% y la de Yuca de 11,5%. El producto obtenido en forma de pan aumenta el valor nutricional del pan de árbol si esto se comiera solo.

CUADRO 17: Análisis Químico Proximal de Pan de Labranza (con Sustitución de Harina de Pan de Árbol Crudo)

Mezclas H:P	Sustitu. (%)	Humedad (%)	Proteína (%)	Grasa (%)	Fibra (%)	Ceniza (%)	Carbohidratos (%)
H:P	90/10	25,00	11,41	4,09	1,17	1,74	57,99
H:P	85/15	25,85	10,15	5,70	0,98	0,81	56,00
H:P	80/20	25,23	9,40	5,34	1,32	2,11	55,31
H:P	70/30	28,18	9,10	3,52	0,78	2,19	54,29

Leyenda : **H:** **Harina de Trigo.**
 P: **Harina de Pan de Árbol.**

CUADRO 18: Análisis Químico Proximal de Pan de Labranza (con Sustitución de Harina de Pan de Árbol Pre-Cocido).

Mezclas H:P	sustitu. (%)	Humedad (%)	Proteína (%)	Grasa (%)	Fibra (%)	Ceniza (%)	Carbohidratos (%)
H:P	90/10	21.25	10,76	5,00	1,33	1,43	60,57
H:P	85/15	22.92	10,26	5,58	1,52	1,77	57,32
H:P	80/20	25.64	10,19	6,57	1,48	1,31	53,79
H:P	70/30	27.45	10,02	5,48	1,20	2,08	51,80

Leyenda : **H:** **Harina de Trigo.**
 P: **Harina de Pan de Árbol.**

En relación al contenido de grasa, esta oscila entre 4,09% y 3,5% para panes elaborado con harina de pan de árbol crudo y 5,0% a 5,48% para panes elaborado con harina de pan de árbol pre-cocido. Estos resultados están por encima de lo reportado por **REYNOSO, (1994)** para cebada 1,8%, quinua 2,2%, yuca 2,8% y de 0,3% para pan de labranza esto reportado por **(AGAPITO, 2000)**.

En relación al contenido de fibra y ceniza, para panes elaborados de harina de pan de árbol pre-cocido la fibra disminuye en un porcentaje mínimo a medida que aumenta el nivel de sustitución. Ocurriendo lo mismo para los panes elaborado con harina de pan de árbol crudo.

4.5.1.2 Otros Análisis.

En el Cuadro 19 y 20 se observan los valores de pH y acidez para los panes obtenidos de la sustitución de harina de trigo/harina de pan de árbol crudo y pre-cocido.

Los valores que se encuentran en el Cuadro 19 indican una mínima variación del pH y la acidez.

Así mismo se puede apreciar que el pH de los panes elaborado de harina de pan de árbol crudo aumenta a medida que aumenta el nivel de sustitución, igualmente ocurre con la acidez; lo que no ocurre en la sustitución con harina de pan de árbol pre-cocido el pH, no sufre mayores variaciones, ocurriendo lo mismo con la acidez que ha mayor sustitución el incremento de la acidez es mínima.

CUADRO 19: Análisis del pH y Acidez de los Panes con Sustitución de Harina de Pan de Árbol Crudo.

Mezclas H:P	Sustitución (%)	Ph	Acidez (%)
H:P	90/10	5,97	0,28
H:P	85/15	5,96	0,27
H:P	80/20	6,21	0,34
H:P	70/30	6,03	0,36

CUADRO 20: Análisis del pH y Acidez de los Panes con Sustitución de Harina de Pan de Árbol Pre-Cocido.

Mezclas H:P	Sustitución (%)	pH	Acidez (%)
H:P	90/10	6,01	0,2
H:P	85/15	6,07	0,29
H:P	80/20	6,02	0,32
H:P	70/30	6,02	0,32

4.5.1.3 Análisis Sensorial.

Para elegir el mejor tratamiento para los panes preparado con los dos tipos de harina de pan de árbol crudo y Pre-cocido, se realizó el análisis sensorial según el Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), para el análisis se contó con la presencia de 10 jueces no entrenados lo que a través de una ficha que se encuentra en el anexo 04 y 06, se evaluaron los atributos de Color, olor, Sabor y textura. Se realizó el análisis de varianza para el conjunto de atributos de calidad, encontrándose los resultados obtenidos en el anexo 05 para panes elaborado con sustitución de harina de pan de árbol crudo, y en el anexo 07 para panes elaborado con harina de pan de árbol pre-cocido. No existiendo diferencia significativa entre los tratamientos para ambos casos. Pero si existe diferencia entre los análisis realizados, como análisis reológico de la masa panaria, análisis químico proximal. Realizando la prueba de tukey al 5% de probabilidad para ambos casos.

4.5.2 Operaciones Definitivo Para la Elaboración de Pan de Labranza

4.5.2.1 Formulación

Podemos señalar que la sustitución mas adecuada fue la sustitución de 20%, harina de tigo/harina de pan de árbol pre-cocido, por presentar una mayor uniformidad en cuanto a su contenido físico químico. La evaluación estadística se hizo mediante un ANVA, y la prueba de Tukey al 0,05 de significancia.

4.5.2.2 Mezclado Amasado

Se comienza añadiendo agua, sal, harinado trigo, harina de pan de árbol, el mezclado se realiza en un tiempo de 5-10 minutos. El tiempo de amasado dura de 10-20 minutos, el tiempo de amasado varia de pendiendo del tipo de amasadora que se suele utilizar, y la cantidad de masa que se suele preparar.

4.5.2.3 Reposo y Fermentación Inicial

Se realiza por un tiempo de 20 a 40 minutos ha una temperatura de 25°C.

80/20 harina de trigo/harina de pan de
árbol pre-cocido, levadura seca,
manteca vegetal, sal, azúcar

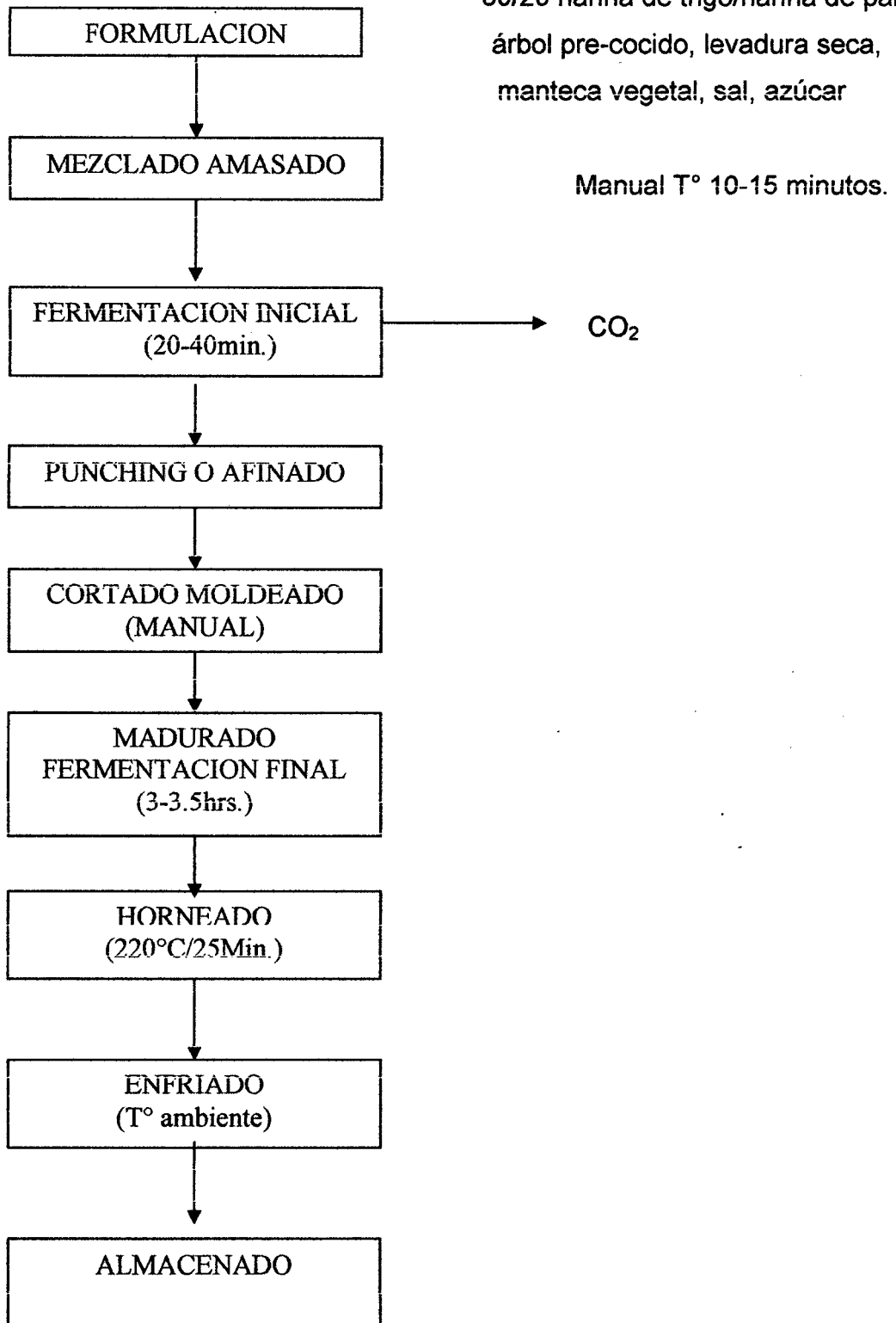


Figura 21: Diagrama de Flujo Definitivo Para la Elaboración de Pan de Labranza (Para Harina de Pan de Árbol Crudo y Pre-Cocido)

4.5.2.4 Punching o Afinado

Esta operación consiste en la eliminación del CO₂ formado durante el reposo; luego capte oxígeno fresco, lo que va a garantizar una vigorosa fermentación final.

4.5.2.5 Cortado Moldeado

Se corta la masa en piezas con un peso aproximadamente 45g luego se moldea en forma manual.

4.5.2.6 Fermentación Final o Madurado

La fermentación final se lleva a cabo a una temperatura de 28 a 30°C y por un tiempo aproximado de 3 a 3.5 horas.

4.5.2.7 Horneado

La cocción del pan se realizó a una temperatura de 220°C por un tiempo de 25 minutos. En esta etapa se dan calentamientos drásticos en las capas superficiales, provocando reacciones de Mayllard entre los azúcares y los aminoácidos. Las reacciones de Mayllard dan lugar a diferentes sustancias aromáticas, derivadas de la composición de los aminoácidos libres con los azúcares presentes.

4.5.2.8 Enfriado

El enfriado de los panes se realizó en la misma área de proceso, para posteriormente ser embolsado y almacenado.



Figura 22: Fermentación Final de los Panes Para ser Horneado.



Figura 23: Panes Después del Proceso de Horneado.

V. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación, se llegó a las siguientes conclusiones:

01. Es factible técnicamente elaborar panes de labranza sustituyendo parcialmente a la harina de trigo por harina de pan de árbol hasta niveles del 20%, para harina de pan de árbol crudo y para harina de pan de árbol pre-cocido.

02 La composición química proximal en base húmeda del pan de labranza a un nivel de sustitución de 80/20 harina de trigo/harina de pan de árbol crudo fue: Humedad 25,23%, Proteína 9,40%, Grasa 5,34%, Ceniza 2,11%, Fibra 1,32%, y Carbohidratos 55,31%, pH de 6,21, y una Acidez de 0,34 expresado como ácido sulfúrico. Y para panes de labranza a un nivel de sustitución de 80/20 harina de trigo/harina de pan de árbol pre-cocido fue: Humedad 25,64%, Proteína 10,19%, Grasa 6,57%, Ceniza 1,31%, Fibra 1,48%, y Carbohidratos 53,79%, pH de 6,02, y una Acidez de 0,32 expresado como ácido sulfúrico.

03 El análisis químico proximal realizado demuestra que la utilización de harina de pan de árbol crudo, y del pan de árbol pre-cocido en panificación disminuye el porcentaje de proteína a medida que se aumenta el nivel de sustitución en el pan.

04 Del análisis realizado en un Farinógrafo de Brabender muestra el comportamiento de la masa durante el proceso de amasado, logrando obtener un porcentaje de sustitución de 80/20, harina de trigo/harina de pan de árbol crudo y pre-cocido un comportamiento ideal durante el proceso de amasado.

05 En el análisis realizado en un Extensógrafo de Brabender, muestra la resistencia que va ofreciendo la masa durante el proceso de amasado, logrando obtener una masa óptima con una sustitución de 80/20 harina de trigo/ harina de pan de árbol crudo y pre-cocido, una extensibilidad el cual nos permita manipular la masa en el proceso de panificación.

06 La utilización de la harina de pan de árbol es una alternativa para el aprovechamiento de la Producción de pan de árbol en la Región San Martín.

VI. RECOMENDACIONES.

- 01** Realizar trabajos acerca de la caracterización de la harina de pan de árbol (*Artocarpus altilis* F.).
- 02** Realizar estudio sobre el aprovechamiento integral del pan de árbol (*Artocarpus altilis* F.), ya que el porcentaje de desechos es elevado.
- 03** Realizar trabajos de investigación Agronómicos que incluya cultivo, tiempo de producción inventario de la cantidad de hectáreas y la cantidad de producción existente en toda la cuenca Amazónica
- 04** Difundir el empleo de la harina de pan de árbol como sucedáneo en la elaboración de pan de labranza. Debido a que sus características de sabor, color, olor y textura mejoran el producto final.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.

- 01 ACERO, D, L 1994.** El pan del árbol, cultivo y aprovechamiento. Proyecto árbol del pan-plegable. Universidad Distrital de Santa fe Bogota, D, C. Colombia
- 02 AGAPITO FRANCIA TEODORO, 2000** “Tabla de composición de Alimentos Graso, Ácidos Graso, Aminoácidos”
- 03 A.O.C.C; 1990,** oficial Métodos of Análisis. Asociación of oficial Agricultur Chemists 11av Edition USA:.
- 04 AREVALO, T. 1992.** Obtención de Harina de Pijuayo (*Bactris Gasipus*) Crudo y pre-cocido con fines industriales. Informe de prácticas pre-profesional Tarapoto-Perú.
- 05 AXTELL, B Y ADAMS, 1998** Procesamiento de tubérculos en el Perú, ITDG Perú.
- 06 BERNUI IVONE ISABEL 1981** Análisis porcentual y utilización proteica neta de la harina de (*Artocarpus altilis* F.), (pan del árbol) Lima-Perú Tesis Universidad Ricardo Palma.
- 07 COGORNO EUGENIO 2003,** Panadería y pastelería, molino exelsior S.A.
- 08 CHARLEY, C 1987** Tecnología de Alimentos: Proceso Químico y Físico en la preparación de Alimentos Editorial LIMUSA México 2da Edición.
- 09 CHEFTEL, C Y CHEFTEL, H; 1999,** Introducción a la Tecnología de los Alimentos Volumen 01. Editorial Acribia .Zaragoza-España.
- 10 COLLAZOS, CH; PHILIP, I HILDA, S; 1996** Tabla de Composición de los Alimentos. 7ma Edición Ministerio de Salud Lima.
- 11 DAVILA, A, 2000,** Obtención de Almidón de Papa aérea (*Discoria bulbifera*). Tesis de Ingeniería Agroindustrial UNSM.
- 12 FELLOWS, P, 1994,** Tecnología del Procesamiento de Alimentos. Editorial Acribia Zaragoza – España.
- 13 GEANKOPLIS, c, 2000,** Introducción a la Ciencia y Tecnología de Alimentos Universidad del Valle de Guatemala, Facultad de Ciencia y Humanidades.
- 14 HAYES, G, 1992,** Manual de Datos para la Ingeniería de los Alimentos. Editorial Acribia S.A Zaragoza – España.

- 15 **INTINTEC, 1986**, Normas Técnicas Peruanas Para harinas provenientes de Tubérculos y Raíces.
- 16 **KIRK R. S., SAWER R H, 2000** Composición y Análisis de los alimentos de Pearson. Editorial Ccesa.
- 17 **LEES R., 1982**. Análisis de los alimentos Métodos Analíticos y de Control de Calidad. Editorial Acribia- Zaragoza
- 18 **LEON JORGE, 1987**, Botánica de los Cultivos Tropicales. Instituto Interamericano de Cooperación Para la Agricultura SanJose , Costa Rica.
- 19 **MENDIETA, O. Y MEDINA, M. 1992**, Manual de Practicas de Laboratorio de Ingeniería de Alimentos. Universidad Nacional de San Martín. Tarapoto- Perú.
- 20 **OSPINA MECHATO JULIO ERNESTO et. al. 1995**, Producción Agrícola Editores Ltda. Santa fe de Bogota D.C. Colombia.
- 21 **POTTER, N, 1978**, La Ciencia de los Alimentos. Editorial Edutex S.A. México.
- 22 **PRIMO YUFERA EDUARDO, 1998**, Química de los alimentos. Editorial Síntesis.
- 23 **REYNOSO ZELMIRA, LASTARRIA HUGO, SILVA MARCIAL, 1994**, Uso de sucedáneos de Trigo en la Panificación. Lima-Perú, Publicación N° 02/94 programa de Investigación en Alimentos de la UNA_ Molina..
- 24 **STANLEY, R. P. CAUVAIN Y LINDAS. YOUN, 1998**, Fabricación de Pan. Editorial Acribia. S.A.
- 25 **SANCHEZ, M, 1995**. Obtención de harina de Yuca. Informe de Prácticas Pre-Profesionales. Tarapoto-Perú.
- 26 **SANCHO, J, BOTA, E. CASTRO, SS 1999**, Introducción al Análisis sensorial de los alimentos Edición Universitarias de Barcelona.
- 27 **SANDOVAL CHOCAN LUIS, 2000**, Crea tu Propia Micro Empresa, Panificación Básica, Editorial MACRO: E.I.R.L.
- 28 **WATSON CISNEROS EDUARDO, 1985**. Cultivos Tropicales Adaptados a la Selva Alta Peruana Particularmente Alto Huallaga Lima –Perú.
- 29 **WALSTRA P, 2000, et.al.** Ciencia de la Leche y Tecnología de Productos Lácteos. Fragosa - España

ANEXOS

ANEXO 01

ESPECIFICACIONES TECNICAS PARA LAS HARINAS SUCEDANEAS PROCEDENTES DE TUBERCULOS Y RAICES.

Humedad	15%
Ceniza	2,5%
Ácidos	0,15%
Reacción ala Fenoftaleina	ninguno.

FUENTE: ITINTEC, 1996.

ANEXO 02

Método del Análisis del Extensógrafo de Brabender.

- 01.** Preparar una masa a 30°C como se describe en la sección del Farinografo de Brabender pero añadiendo 60g de cloruro sódico a la cantidad de agua adicionada.
- 02.** Mezclar durante 1 minuto.
- 03.** Dejar en reposo durante 5 minutos.
- 04.** Mezclar durante dos minutos
- 05.** Sacar la muestra y cortar dos porciones de 150 gr aprox
- 06.** Moldear mecánicamente una bola y cortarla y en el soporte de la masa de la cámara de fermentación del extensógrafo.
- 07.** dejar transcurrir 45 minutos.
- 08.** Colocar el soporte en el Extensógrafo y poner en marcha el motor de forma que el soporte descienda 14-15mm/s.

ANEXO 03

Método del Análisis del Farinógrafo de Brabender.

- 01.** Colocar 300g de harina en el compartimiento de la mezcla y añadir agua a 30°C.
- 02.** Colocar otros 300g de harina en el compartimiento de mezcla y añadir la cantidad de agua a 30°C determinado el peso.
- 03** Arrastrar hacia abajo toda la harina para garantizar una mezcla homogénea y cubrir el compartimiento mezclado con la harina.

ANEXO 04

FICHA DE EVALUACION DE ATRIBUTOS DE CALIDAD.

PANELISTA:.....

FECHA:.....

PRODUTO A EVALUAR: PAN DE LABRANZA

INDICACIONES:

Usted esta recibiendo cuatro 04 muestras de pan de harina de trigo con diferentes porcentajes de sustitución de harina, califica los atributos de calidad: Color, Olor, Sabor y Textura. Así mismo se le solicita reportar en el siguiente cuadro los resultados según la escala de calificaciones.

ATRIBUTO DE CALIDAD

ESCALA DE PUNTUACION

Muy Bueno	5
Bueno	4
Regular	3
Malo	2
Muy Malo	1

ATRIBUTO	MUESTRAS			
	375	045	875	532
COLOR				
OLOR				
SABOR				
TEXTURA				

OBAERVACIONES

.....

.....

.....

ANEXO 05

EVALUACION SENSORIAL DE LOS TRATAMIENTOS REALIZADOS EN LA ELABORACION DE PANES DE HARINA DE TRIGO / HARINA DE PAN DE ARBOL CRUDO

EVALUACION SENSORIAL DE LA FORMULACIONES

PANELISTAS	TRATAMIENTO															
	A				B				C				D			
	COLOR	OLOR	SABOR	TEXTURA	COLOR	OLOR	SABOR	TEXTURA	COLOR	OLOR	SABOR	TEXTURA	COLOR	OLOR	SABOR	TEXTURA
1	4	4	4	4	3	3	3	4	3	4	3	4	3	2	3	2
2	4	4	4	4	4	4	5	5	3	3	4	4	3	3	4	3
3	4	4	3	4	2	3	4	3	3	3	4	3	3	3	4	2
4	4	4	5	5	3	4	3	4	3	2	2	3	2	2	2	1
5	4	3	4	4	4	3	4	4	3	3	3	3	2	4	3	3
6	5	4	4	4	4	3	2	3	3	3	2	2	2	2	2	2
7	4	4	4	3	4	4	4	5	3	4	3	3	3	3	3	3
8	4	4	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2
9	5	4	5	5	4	5	4	3	1	1	2	2	2	2	3	2
10	4	3	4	4	3	3	3	3	2	1	3	3	2	1	3	3
TOTAL	43	38	40	40	34	35	35	37	27	26	28	29	24	24	29	23
N° DE OBSERVA.	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
PROMEDIO DE TRATAMIENTOS	4,3	3,8	4,0	4,0	3,4	3,5	3,5	3,7	2,7	2,6	2,8	2,9	2,4	2,4	2,9	2,3
PROMEDIO GENERAL	4,03				3,5				2,8				2,5			

Resultado de la Evaluación Sensorial, Incluyendo Totales y Promedios de Tratamiento Totales para Análisis de Varianza de Panes de Harina de Trigo/Harina de Pan de Árbol Crudo.

Panelistas	Muestra				TOTAL
	A	B	C	D	
1	4,00	3,25	3,50	2,50	13,25
2	4,00	4,50	3,50	3,25	15,25
3	3,75	3,00	3,25	3,00	13,00
4	4,50	3,50	2,50	1,75	12,25
5	4,00	3,75	3,00	3,00	13,75
6	4,25	3,00	2,50	2,00	11,75
7	3,75	4,25	3,25	3,00	14,25
8	3,50	3,00	2,25	2,00	10,75
9	4,75	4,00	1,50	2,25	12,50
10	3,75	3,00	2,25	2,25	11,25
TOTAL	40,25	35,25	27,50	25,00	128,00
Nº Observaciones	10,00	10,00	10,00	10,00	40,00
Promedio Total	4,03	3,53	2,75	2,50	3,20

Calculo Realizado

Cuadrados totales	25,40
Factor de Corrección	409,60
Suma de cuadrados de tratamientos	14,79
Suma de cuadrados del error	10,61

Análisis Estadístico del ANVA Correspondiente a los panes Elaborado de Harina de Trigo/Harina de Pan de Árbol Crudo.

FUENTE DE VARIACION	G.L	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	FC	FT	SIG
TRATAMIENTO	3	14,788	4,93	2,79	4,76	no sig
ERROR	6	10,613	1,77			
TOTAL	9					

Amplitud al Limite de Significacía de Tukey Para Panes Elaborado de Harina de Trigo/Harina de Pan de Árbol Crudo a nivel de 0.05 de Provalidad.

PROMEDIOS

4.03	t1	q=(3,6)	4,76	
3.53	t2	p=	4	cuadrado medio del error 1,77
2.75	t3	n=	6	
2.50	t4	Sx =	0,543	
		W =	2,585	

COMPARACIÓN	DIFERENCIAS ABSOLUTAS	DIFERENCIAS ABSOLUTAS	A. Estrat (W)	Signif.
1 VS 2	0,50	0,28	2,585	No significativo
1 VS 3	1,28	1,05	2,585	No significativo
1 VS 4	1,53	1,30	2,585	No significativo
2 VS 3	0,78	0,78	2,585	No significativo
2 VS 4	1,03	1,03	2,585	No significativo
3 VS 4	0,25	0,25	2,585	No significativo

ANEXO 06

FICHA DE EVALUACION DE ATRIBUTOS DE CALIDAD.

PANELISTA:.....

FECHA:.....

PRODUCTO A EVALUAR: PAN DE LABRANZA

INDICACIONES:

Usted esta recibiendo cuatro 04 muestras de pan de harina de trigo con diferentes porcentajes de sustitución de harina, califica los atributos de calidad: Color, Olor, Sabor y Textura. Así mismo se le solicita reportar en el siguiente cuado los resultados según la escala de calificaciones.

ATRIBUTO DE CALIDAD

ESCALA DE PUNTUACION

Muy Bueno	5
Bueno	4
Regular	3
Malo	2
Muy Malo	1

ATRIBUTO	MUESTRAS			
	524	218	075	732
COLOR				
OLOR				
SABOR				
TEXTURA				

OBAERVACIONES

.....

.....

.....

ANEXO 07

EVALUACION SENSORIAL DE LOS TRATAMIENTOS REALIZADOS EN LA ELABORACION DE PANES DE HARINA DE TRIGO / HARINA DE PAN DE ARBOL PRE-COCIDO

EVALUACION SENSORIAL DE LA FORMULACIONES

PANELISTAS	TRATAMIENTO															
	A				B				C				D			
	COLOR	OLOR	SABOR	TEXTURA	COLOR	OLOR	SABOR	TEXTURA	COLOR	OLOR	SABOR	TEXTURA	COLOR	OLOR	SABOR	TEXTURA
1	4	4	4	4	3	4	4	3	4	4	3	3	3	4	4	3
2	4	3	4	3	3	4	4	4	3	2	4	2	3	2	2	2
3	4	4	3	3	4	4	4	4	3	2	4	3	3	2	2	2
4	5	3	4	4	5	5	5	5	2	4	2	3	2	2	3	3
5	5	4	5	5	4	3	4	4	3	3	3	3	4	4	4	3
6	4	4	4	4	4	4	3	5	3	3	2	3	4	3	3	4
7	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	4	1	2	2	4
8	5	3	3	4	3	3	4	4	3	3	2	3	2	2	3	2
9	4	4	5	5	3	3	4	3	3	3	2	3	2	2	2	2
10	5	5	4	4	5	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3
TOTAL	44	38	40	39	37	34	37	39	30	30	28	30	30	26	28	28
N° DE OBSERVA	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
PROMEDIO DE TRATAMIENTOS	4,4	3,8	4,0	3,9	3,7	3,7	3,7	3,9	3,0	3,0	2,8	3,0	3,0	2,6	2,8	2,8
PROMEDIO GENERAL	4,03				3,75				2,98				2,73			

Resultado de la Evaluación Sensorial, Incluyendo Totales y Promedios de Tratamiento Totales para Análisis de Varianza de Panes de Harina de Trigo/Harina de Pan de Árbol Pre-cocido.

PANELISTAS	Muestra				TOTAL
	A	B	C	D	
1	4,00	3,50	3,00	3,50	14,00
2	3,50	3,75	2,50	2,25	12,00
3	3,50	4,00	2,75	2,25	12,50
4	4,00	5,00	3,50	2,50	15,00
5	4,75	3,75	3,25	3,75	15,50
6	4,00	4,00	3,25	3,50	14,75
7	3,75	3,00	2,75	2,25	11,75
8	3,75	3,50	2,75	2,25	12,25
9	4,50	2,75	2,75	2,00	12,00
10	4,50	4,25	3,25	3,00	15,00
TOTAL	40,25	37,50	29,75	27,25	134,75
Nº Observaciones	10,00	10,00	10,00	10,00	40,00
Promedio Total	4,03	3,75	2,98	2,73	3,37

Cálculos Realizados.

Cuadrados totales	21,50
Factor de Corrección	453,94
Suma de cuadrados de tratamientos	11,45
Suma de cuadrados del error	10,04

Análisis Estadístico del ANVA Correspondiente a los panes Elaborado de Harina de Trigo/Harina de Pan de Árbol Pre-Cocido.

FUENTE DE VARIACION	G.L	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	FC	FT	SIG
TRATAMIENTO	3	11,455	3,82	2,28	4,76	no sig.
ERROR	6	10,044	1,67			
TOTAL	9					

Amplitud al Limite de Significacía de Tukey Para Panes Elaborado de Harina de Trigo/Harina de Pan de Árbol Pre-Cocido a nivel de 0.05 de Provalidad.

PROMEDIOS

4.03	t1	q=(3,6)	4.6		
3.75	t2	p=	4	Cuadrado medio del error	1.7
2.98	t3	n=	6		
2.73	t4	Sx =	0.528		
		W =	2.511		

COMPARACIÓN	DIFERENCIAS ABSOLUTAS	DIFERENCIAS ABSOLUTAS	A. Estrat (W)	Signif.
1 VS 2	0,28	0,28	2,511	No signifi.
1 VS 3	1,05	1,05	2,511	No signifi
1 VS 4	1,30	1,30	2,511	No signifi
2 VS 3	0,78	0,78	2,511	No signifi
2 VS 4	1,03	1,03	2,511	No signifi
3 VS 4	0,25	0,25	2,511	No signifi

